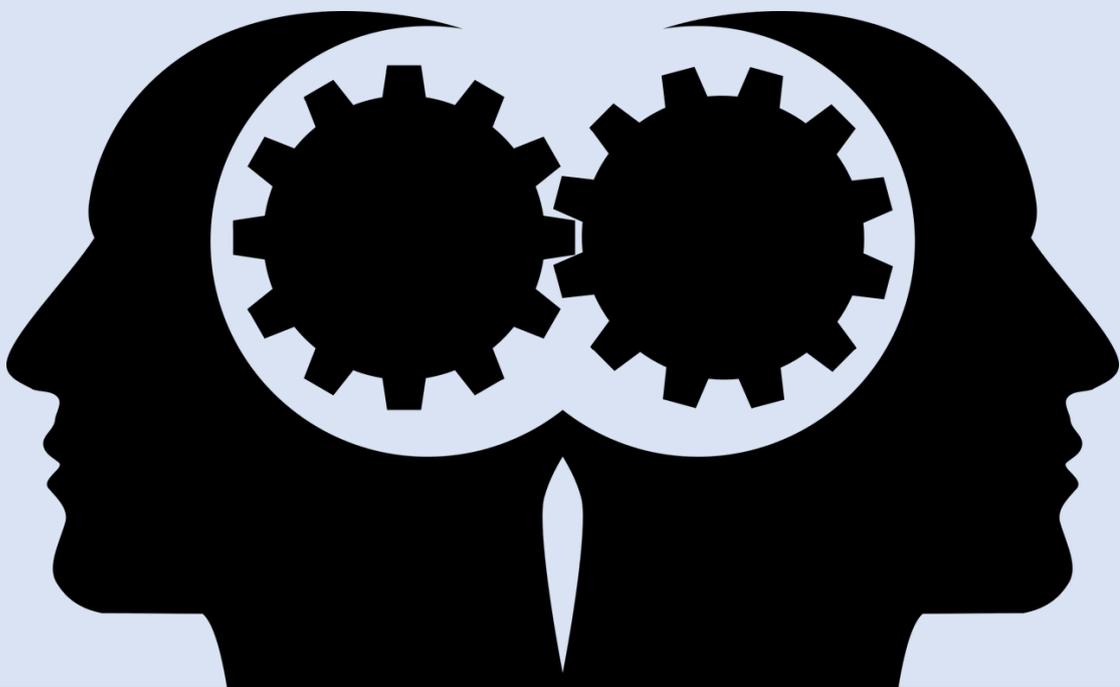




UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA

Tesis Doctoral



Aprendizaje de competencias para el siglo XXI,
mediante el desarrollo del pensamiento
computacional, en alumnos de primaria: un
caso piloto en Canarias

Kilian González Suárez

Las Palmas de Gran Canaria

Mayo 2017



*Programa Oficial de Doctorado
en Formación del Profesorado*

Facultad de Ciencias de la Educación

**Aprendizaje de competencias para el siglo XXI,
mediante el desarrollo del pensamiento computacional,
en alumnos de primaria: un caso piloto en Canarias**

Tesis doctoral presentada por D. Kilian González Suárez

Dirigida por

Dra. D.ª Esther Pérez Martell

Dra. D.ª Mª Olga Escandell Bermúdez

Las Directoras

El Doctorando

Las Palmas de Gran Canaria, 12 de mayo de 2017

**Aprendizaje de competencias para el siglo XXI,
mediante el desarrollo del pensamiento computacional,
en alumnos de primaria: un caso piloto en Canarias**

D. Kilian González Suárez



A mi abuelo
Que siempre estará con nosotros

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a D.^a Esther Pérez Martell y D.^a M^a Olga Escandell Bermúdez por la dirección en este trabajo, su interés, sus consejos y sus aportaciones, sin los cuales no habría sido posible.

Quiero agradecer también a mi mentor, D. Francisco Rubio Royo, el haber compartido conmigo su experiencia, su sabiduría y su paciencia para orientarme en todo momento, considero que sus aportaciones tienen el mismo valor que las de un tutor. Sin su ayuda esta tesis tampoco hubiera existido.

A la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y a los Departamentos de Física, Psicología y Sociología.

A mis padres y a Laura Torres Daudén por haberme facilitado las cosas para que yo pudiese focalizar todo mi esfuerzo en la investigación.

A todos los expertos que colaboraron en la validación de los materiales de aprendizaje y en general, a todas las personas que de una u otra forma, contribuyeron con su apoyo.

ÍNDICE

Capítulo 0

PERSPECTIVA GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA

0.1.- Investigación teórica e investigación empírica realizadas.....	3
0.2.- Propósitos de la tesis	6
0.3.- Perspectiva general y visual de su desarrollo	9
0.3.1.- Modelo de capas para la investigación teórica	9
0.3.2.- Modelo de capas para la investigación empírica	11
0.3.3.- Modelo de las 3'-bilidades	13

INVESTIGACIÓN TEÓRICA

Capítulo I

SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO EN UN ENTORNO VUCA

I.1.- Un mundo en cambio constante, ¿es algo nuevo?	18
I.1.1.- Características y origen de este cambio	20
I.2.- La sociedad posindustrial: diversos nombres para una misma realidad	22
I.3.- Sociedad del Conocimiento	32
I.3.1.- El nuevo valor del conocimiento	35
I.3.2.- Atributo de la condición humana	36
I.4.- La oportunidad: Europa 2020	37
I.5.- Interpretación de la nueva realidad desde la perspectiva del cambio de paradigma	39
I.6.- Conclusiones	48

Capítulo II

EL SER HUMANO:

EDUCACIÓN, PEDAGOGÍA Y FORMACIÓN PARA EL MUNDO DE HOY

II.1.- Una metodología inquisitiva	58
II.1.1.- Los círculos virtuosos de la educación	58
II.1.2.- Las distintas generaciones de la sociedad actual: generación Y, generación Z, generación α	59
II.2.- El Ser Humano: el individuo, la persona y sus entornos	62
II.3.- ¿Qué se entiende por Educación?	68
II.3.1.- La práctica educativa	71
II.4.- ¿Qué se entiende por Pedagogía?	73
II.4.1.- Principales corrientes pedagógicas	78
II.4.2.- La Pedagogía y las TIC	79
II.5.- ¿Qué se entiende por Formación?	84
II.5.1.- Algunas aportaciones relevantes	84
II.5.2.- Una propuesta sobre la relación entre educación y formación ...	88
II.6.- Conclusiones	91

Capítulo III

IDENTIFICACIÓN, CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA INTELIGENCIA Y EL TALENTO INDIVIDUAL

III.1.- ¿Hacia una educación, neuroeducación, basada en el cerebro?	97
III.1.1.- De los avances de la neurología cerebral a la neuroeducación ...	98
III.1.2.- Contribuciones de la neurociencia a la educación (y a la escuela)	102

III.2.- Metacognición	106
III.2.1.- Elementos constitutivos	107
III.2.2.- Relación de la metacognición con otros constructos	110
III.2.3.- Neuroeducación y Metacognición	114
III.3.- Acerca de la inteligencia	115
III. 3.1.- ¿Qué se conoce en el momento actual?	120
III.3.2.- Modelos contemporáneos de inteligencia	123
III.4.- Desarrollo de la inteligencia mediante la educación	126
III.5.- Clases de inteligencia	130
III.5.1.- Teorías de las Inteligencias múltiples	131
III.5.2.- La inteligencia emocional	133
III.5.3.- El modelo de inteligencia de J.A. Marina	135
III.6.- De la inteligencia al talento	145
III.6.1.- ¿Qué es el talento?	146
III.6.2.- El Elemento de Ken Robinson	151
III.6.3.- El talento en las organizaciones	155
III.7.- Conclusiones	157

Capítulo IV

REPENSANDO LA EDUCACIÓN Y FORMACIÓN PARA EL SIGLO XXI (EF21), CON UN NUEVO PARADIGMA O SIN ÉL

IV.1.- Pilares para una educación y formación en la sociedad del conocimiento	167
IV.1.1.- La educación encierra un tesoro	169
IV.1.2.- Los 7 saberes necesarios para la educación del futuro	173
IV.2.- Repensando la educación y la formación para la sociedad del conocimiento	178

IV.2.1.- ¿Dónde se está y hacia dónde se va?	179
IV.3.- ¿Un ‘nuevo’ paradigma en la educación y formación?	188
IV.3.1.- Algunas propuestas	191
IV.4.- Cinco ejes para un posible paradigma de la educación y formación	194
IV.5.- ¿Y qué ocurre en el caso de la niñez, la adolescencia y la juventud?	205
IV.5.1.- ¿Para qué se educan y forman?	211
IV.6.- Conclusiones	216

Capítulo V

COMPETENCIAS CLAVE PARA EL SIGLO XXI

V.1.- ¿Qué educación y formación para el siglo XXI (EF21)?	225
V.2.- Dos posibles modelos para la EF21	230
V.2.1.- Una educación con cuatro dimensiones	230
V.2.2.- Una EF21 que es instrucción más educación del carácter	232
V.3.- Hacia una educación y formación en ‘competencias’, sin olvidar los conocimientos	237
V.3.1.- ¿Qué son las ‘competencias’?	238
V.3.2.- Propuestas de grandes organizaciones internacionales	239
V.3.2.1.- UNESCO	239
V.3.2.2.- UNIÓN EUROPEA	240
V.3.2.3.- OCDE	242
V.3.3.- Propuestas de organizaciones privadas y autores	243
V.4.- ¿Hacia una Educación Basada en Competencias?	250
V.5.- Marcos competenciales más relevantes	254
V.5.1.- UNESCO	255
V.5.2.- Otras organizaciones	257

V.5.2.1.- CCR	257
V.5.2.2.- P2I	257
V.5.2.3.- KSAVE	257
V.5.2.4.- ATC2IS	258
V.5.2.5.- OCDE (DeSeCo)	260
V.5.2.6.- Otros marcos competenciales	261
V.6.- Competencias clave seleccionadas por la UE, España y Canarias	262
V.7.- Una propuesta desde la visión de esta investigación teórica	272
V.8.- Conclusiones	279

Capítulo VI

EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL ES MÁS QUE APRENDER A PROGRAMAR

VI.1.- Una sociedad digital: ¿‘todo’ ha cambiado?	293
VI.2.- Los niños, ¿son realmente nativos digitales?	299
VI.2.1.- Los ‘nativos digitales’ no existen	300
VI.2.2.- Los llamados ‘nativos digitales’, ¿qué hacen realmente con las tecnologías?	305
VI.3.- Competencias asociadas al hecho digital	311
VI.3.1.- Competencias digitales: ¿para qué?, ¿por qué?, ¿cómo?, ¿qué?	314
VI.3.2.- Competencias digitales para niños, adolescentes y jóvenes	318
VI.3.3.- Competencias digitales de los profesores	323
VI.4.- El Pensamiento Computacional (PC)	327
VI.4.1.- Seymour Papert y Jean Piaget	333
VI.4.2.- Jeannette M. Wing	337
VI.4.3.- Definiciones operativas con propósito	341
VI.4.4.- Etapas de acceso al pensamiento computacional	346

VI.5.- Herramientas y recursos para el aprendizaje del PC en Primaria, Secundaria, Bachillerato y FP	349
VI.5.1.- <i>Computational Thinking in K-12:</i> <i>A Review of the State of the Field</i>	351
VI.5.2.- Cajas de herramientas computacionales	354
VI.5.2.1.- <i>The Future of Work. Setting Kids up for Success</i>	354
VI.5.2.2.- <i>ISTE Computational Thinking Toolkit</i>	358
VI.5.2.3.- <i>Kathy Schrock’s Guide to Everything</i>	358
VI.5.2.4.- <i>Center for Computational Thinking.</i> <i>Carnegie Mellon Resources. Education. K-12</i>	359
VI.5.2.5.- <i>MIT Media Lab</i>	360
VI.5.2.6.- <i>CAS (Computing At School,</i> <i>Educate – Engage – Encourage)</i>	360
VI.5.2.7.- <i>LEGO Education</i>	361
VI.5.2.8.- <i>Global Family Research Project</i>	361
VI.5.3.- Evaluación del Pensamiento Computacional	362
VI.6.- Inclusión/Integración del pensamiento computacional en el currículo escolar	368
VI.6.1.- Orientaciones, tendencias y realidades sobre pensamiento computacional en la escuela	371
VI.6.2.- ¿Qué se está haciendo en el mundo, en este sentido?	377
VI.6.3.- La situación actual en Europa	385
VI.6.4.- Integración del pensamiento computacional en los planes de estudio de la educación obligatoria	396
VI.7.- Conclusiones	408

INVESTIGACIÓN EMPÍRICA

PARTE TEÓRICA Y PRÁCTICA

Introducción general a la Investigación Empírica	421
--	-----

Capítulo VII

VII.1.- Estructura y desarrollo de la investigación empírica (I)	425
VII.1.1.- Introducción	425
VII.1.2.- Objetivos	428
VII.2.- Revisión de la literatura	430
VII.3.- Ajuste de la investigación teórica previa al marco empírico propuesto	438
VII.3.1.- Competencias clave para el siglo XXI	438
VII.3.1.1.- <i>The Partnership for 21st Century Learning</i>	438
VII.3.1.2.- <i>Assessment & Teaching of 21st Century Skills (ATC21S)</i>	443
VII.3.1.3.- El pensamiento computacional como competencia para aprender habilidades básicas del siglo XXI	444
VII.3.2.- Descripción de cada una de las competencias, 4C's	448
VII.3.2.1.- Creatividad	448
VII.3.2.2.- Pensamiento crítico	453
VII.3.2.3.- Colaboración	457
VII.3.2.4.- Comunicación	461
VII.3.3.- Resolución Colaborativa de Problemas: Pensamiento Computacional	464
VII.3.4.- El estado de la evaluación de competencias	471

VII.4.- Estructura y desarrollo de la investigación empírica (II)	474
VII.4.1.- El modelo de investigación empírica	474
VII.4.2.- El Caso como método de investigación	479
VII.4.3.- El análisis Delphi	483
VII.5.- Estructura y desarrollo de la investigación empírica (III)	485
VII.5.1.- Los resultados de la investigación empírica	485
VII.5.2.-La discusión de los resultados	487
VII.5.3.- Las conclusiones de la investigación	487
VII.6.- Conclusiones	489

PARTE PRÁCTICA

Previo: Acerca de la parte práctica	493
---	-----

Capítulo VIII

ELABORACIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS MATERIALES DE APRENDIZAJE, PARA DESARROLLAR EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

VIII.1.- Elaboración de materiales de aprendizaje, para el desarrollo del Pensamiento Computacional	496
VIII.1.1.- De la teoría a la práctica del Pensamiento Computacional	496
VIII.1.2.- Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	501
VIII.2.- Objetivos del capítulo	502
VIII.2.1.- Metodología investigación-acción	503
VIII.3.- Elaboración de los materiales de aprendizaje: etapas y sus objetivos	504
VIII.4.- El método de validación Delphi	505
VIII.4.1.- Proceso a desarrollar con los expertos	505

VIII.4.2.- Evidencias de la validez para su uso	509
VIII.4.3.- Selección de expertos y procedimiento	510
VIII.4.3.1.- Criterios	511
VIII.4.3.2.- Expertos que han participado	511
VIII.4.3.3.- Instrumentos para la validación	514
VIII.4.3.4.- Procedimiento seguido	517
VIII.5.- Resultados	518
VIII.5.1.- Primera ronda	518
VIII.5.1.1.- Contenidos	519
VIII.5.1.2.- Metodología	521
VIII.5.1.3.- Medios y recursos	523
VIII.5.1.4.- Evaluación	525
VIII.5.1.5.- Puntos fuertes	527
VIII.5.1.6.- Puntos débiles	529
VIII.5.1.7.- Propuestas de mejora	529
VIII.5.2.- Segunda ronda	530
VIII.5.2.1.- Contenidos	531
VIII.5.2.2.- Metodología	532
VIII.5.2.3.- Medios y recursos	533
VIII.5.2.4.- Evaluación	534
VIII.6.- Discusión acerca de los materiales validados	536
VIII.6.1.- Creación del programa de aprendizaje y de sus materiales	536
VIII.6.2.- Evaluación del programa	547
VIII.7.- Conclusiones	550

Capítulo IX

EVALUACIÓN, EN EL ALUMNADO, DEL DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS SELECCIONADAS

IX.1.- Metodología de la investigación empírica	556
IX.1.1.- Objetivos por etapas	557
IX.1.2.- Método	559
IX.1.3.- Participantes	560
IX.2.- Instrumentos para la medida de cada competencia	564
IX.2.1.- Medida de la Creatividad	564
IX.2.2.- Medida del Pensamiento Crítico	567
IX.2.3.- Medida de la Colaboración	572
IX.2.4.- Medida de la Comunicación	576
IX.2.5.- Medida de la Resolución Colaborativa de Problemas	579
IX.2.5.1.- Tarea de los payasos risueños	581
IX.2.5.2.- Tarea del aceite de oliva	582
IX.3.- Validación de los instrumentos de evaluación	585
IX.3.1.- Test de Pensamiento Creativo de Torrance	585
IX.3.2.- Test de Cornell de Pensamiento Crítico	586
IX.3.3.- Herramienta de Autoevaluación de la Colaboración	587
IX.3.4.- Inventario del Ambiente en Clase	588
IX.3.5.- Aplicaciones prototipo, diseñadas para la Resolución Colaborativa de Problemas	589
IX.4.- Procedimiento de implementación	591
IX.4.1.- Procedimiento para la evaluación de la Creatividad	593
IX.4.2.- Procedimiento para la evaluación del Pensamiento Crítico	595
IX.4.3.- Procedimiento para la evaluación de la Colaboración	596

IX.4.4.- Procedimiento para la evaluación de la Comunicación	597
IX.4.5.- Procedimiento para la evaluación de la competencia Resolución Colaborativa de Problemas	598
IX.5.- Resultados	599
IX.5.1.- Enfoque basado en el género	601
IX.5.1.1.- Resultados para cada una de las competencias del #5c21	602
IX.5.2.- Enfoque basado en las calificaciones	612
IX.5.2.1.- Resultados para cada una de las competencias del #5c21	614
IX.6.- Discusión y conclusiones	630
IX.6.1.- Discusión de los resultados	630
IX.6.2.- Conclusiones de la investigación empírica confirmativa	633
IX.6.2.1.- Aportaciones	634
IX.6.2.2.- Limitaciones	639
IX.6.2.3.- Líneas de investigación, que quedan abiertas	643

Capítulo X

CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN TEÓRICA Y EMPÍRICA REALIZADAS

X.1.- Aportaciones	651
X.1.1.- Aportaciones de la investigación teórica y empírica	653
X.1.1.1.- Aportaciones de la investigación teórica	656
X.1.1.2.- Aportaciones principales de la investigación empírica ..	664
X.2.- Limitaciones de la investigación	676
X.3.- Líneas futuras de investigación	681

Bibliografía

Referencias (APA)	689
-------------------------	-----

Anexos

Anexo 1.1.- Cuestionario para la primera ronda de evaluación de expertos	744
Anexo 1.2.- Cuestionario para la segunda ronda de evaluación de expertos	746
Anexo 2.- Resumen de la primera ronda de validaciones	748
Anexo 3.- Diseño del programa	752
Anexo 4.- Rúbrica de evaluación	764
Anexo 5.- Selección de criterios y estándares de aprendizaje pertenecientes al currículo	765
Anexo 6.1.- Materiales de aprendizaje para la resolución de problemas	777
Anexo 6.2.- Adaptación curricular de los materiales de aprendizaje de resolución de problemas	779
Anexo 6.3.- Materiales de aprendizaje para el coding	784
Anexo 6.4.- Hoja de referencia para el coding	788
Anexo 6.5.- Materiales de aprendizaje para los fundamentos de la electrónica	793
Anexo 6.6.- Adaptación curricular de los materiales de aprendizaje para los fundamentos de la electrónica	797
Anexo 6.7.- Guía del problema/proyecto para el alumnado	803
Anexo 6.8.- Guía del problema/proyecto para el profesor	805
Anexo 6.9.- Plantilla para la identificación y descripción de problemas	807
Anexo 7.- Test de Pensamiento Creativo de Torrance	809
Anexo 8.- Test de Pensamiento Crítico de Cornell	815
Anexo 9.- Herramienta de Autoevaluación de la Colaboración	833

Anexo 10.- Inventario del Ambiente en Clase	838
Anexo 11.1.- Tarea de los payasos risueños	840
Anexo 11.2.- Tarea del aceite de oliva	841
Anexo 12.- Lista de píldoras formativas en vídeo	842

Capítulo 0

Perspectiva general de la investigación realizada

CAPÍTULO 0

PERSPECTIVA GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA

En este capítulo previo se pretende dar una panorámica del trabajo realizado.

0.1.- Investigación teórica e investigación empírica realizadas

Las investigaciones en ciencias sociales (Fernández Alarcón, 2006), Fig.0.1., se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Investigaciones teóricas.
- Investigaciones empíricas.

Las investigaciones teóricas se caracterizan por no realizar ningún tipo de investigación de campo y basarse principalmente en investigaciones científicas previas. Además, son investigaciones muy poco estructuradas y muy flexibles por lo que no existe un patrón que indique qué pasos son necesarios seguir para una buena investigación teórica. Un artículo en donde se realice una recopilación y una re-conceptualización de un constructo estudiado en el pasado es un claro ejemplo de investigación teórica.

A diferencia de las investigaciones teóricas, las investigaciones empíricas se caracterizan por utilizar casos reales de la sociedad para introducir o confirmar teorías científicas. Las investigaciones empíricas son mucho más estructuradas que las teóricas, por lo que simplifica el desarrollo de la investigación. La dificultad de escribir y publicar este tipo de investigación es bastante inferior a las investigaciones teóricas, por lo que se recomienda a los doctorandos este tipo de investigación para sus tesis doctorales. Además, desarrollar una investigación empírica permite una mayor

comprensión de las bases de la investigación científica por parte de los doctorandos.

Las investigaciones empíricas en ciencias sociales se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Investigaciones exploratorias.
- Investigaciones confirmatorias.

La primera es eminentemente inductiva; la segunda, deductiva.

La tesis que se presenta pretende ser, a un nivel sencillo y modesto, tanto de investigación teórica como de investigación empírica; y, como consecuencia, tiene aspectos de ambos grupos, es una: **investigación exploratorio-confirmatoria**.

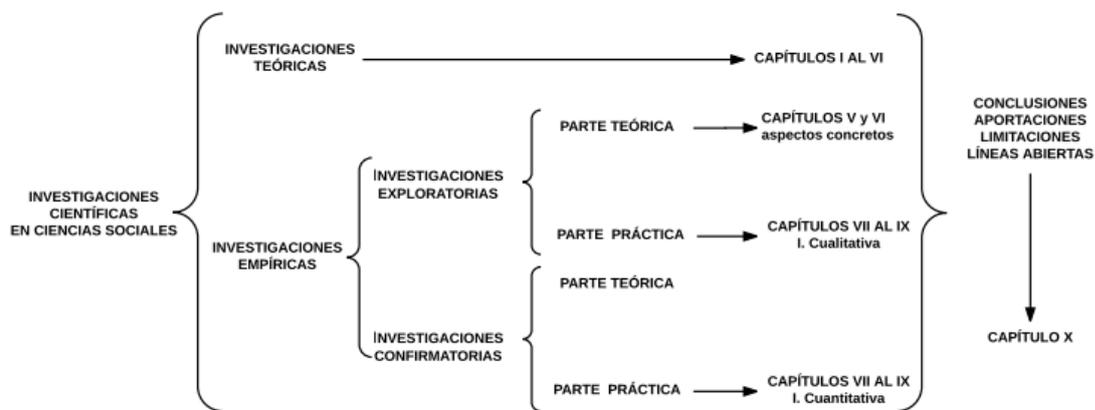


Fig.0.1.- Estructura general de la investigación realizada en esta tesis.

Fuente: Elaboración personal.

Fernández Alarcón, (2006), afirma:

La generación de conocimiento científico surge de la interacción de las investigaciones exploratorias y de las investigaciones confirmatorias. Mientras que la investigación exploratoria descubre y propone nuevas teorías a través de proposiciones, las investigaciones confirmatorias las validan o las rechazan en función de unas hipótesis basadas en esas proposiciones.

Las investigaciones exploratorias y las investigaciones confirmatorias no son excluyentes en una misma investigación. Es posible encontrar en un mismo artículo científico ambos tipos de investigaciones. Por ejemplo, en una primera parte del artículo se podría proponer una teoría a través de una investigación inductiva y posteriormente se podría poner a prueba la teoría mediante una investigación deductiva. Tal y como se ha comentado previamente, la investigación exploratoria es más creativa y la investigación confirmatoria es más estructurada.

Las investigaciones empíricas (tanto las exploratorias como las confirmatorias) están formadas por una **parte teórica** y otra **práctica**. “Es importante recordar que la investigación científica es teórica y que la parte práctica son sólo casos particulares que sirven para confirmar o rechazar la parte teórica”, (Fernández Alarcón, 2006).

Por lo tanto,

La tesis que se presenta, como consecuencia, tiene dos grandes partes: una de investigación teórica (Capítulos del I al VI) y otra de investigación empírica (Capítulos del VII al IX).

La investigación teórica se caracteriza por no realizar ningún tipo de investigación de campo y basarse principalmente en investigaciones científicas previas.

Además, es una investigación poco estructurada y muy flexible, por lo que no existe un patrón o protocolo que indique los pasos necesarios a seguir para una buena investigación teórica.

La investigación empírica, a su vez, tiene una parte teórica y una parte práctica. La primera está constituida por la adecuación de una parte de la investigación teórica (Capítulos V y VI) a la problemática concreta, que aborda y resuelve su parte empírica (Capítulos VII al IX).

El Capítulo X presenta las conclusiones (aportaciones, limitaciones y líneas de investigación que quedan abiertas), tanto de la investigación teórica como de la investigación empírica realizada.

Esta tesis es una investigación exploratorio-confirmatoria.

La investigación teórica tiene entidad en sí misma, ya que no solo define el contexto y el marco en el que tiene lugar y se realiza la investigación empírica, sobre todo la parte práctica de la misma.

0.2.- Propósitos de la tesis

La investigación teórica de la tesis tiene un objetivo más amplio y ambicioso que la investigación empírica. Su meta, propósito o finalidad¹ es:

La Educación y Formación integral, para el siglo XXI (EF21), que el ser humano (como individuo y como persona) necesita; teniendo en cuenta que vive en la nueva sociedad del conocimiento y en un entorno VUCA.

También, que se han realizado importantes avances en neurociencia cognitiva, en psicología de la educación, en innovación pedagógica y en el desarrollo/usabilidad/precio de las tecnologías digitales (TIC).

El enfoque no está dirigido solo a niños, adolescentes y jóvenes, sino a todas las generaciones; aunque a medida que se progresa en el desarrollo del índice diseñado, se centra en ellos cada vez más.

Indudablemente la meta así planteada es ambiciosa, difícil e incluso 'inalcanzable' para un individuo 'novel'. No obstante, como no se trata de dar una respuesta única y consensuada, sino de avanzar en la construcción de un nuevo paradigma y en avances parciales e importantes para aproximarse a dicha meta, se cree que ha valido la pena el esfuerzo y el aprendizaje significativo que se ha adquirido y que se quiere compartir con toda la comunidad educativa.

¹ A un nivel modesto e inicial.

La investigación empírica, que es la realmente importante y en la que se ha puesto el mayor esfuerzo (que se ha evaluado en un 75%), tiene como meta, propósito o finalidad:

Analizar, comprobar y justificar el efecto producido por el desarrollo del pensamiento computacional, en competencias que se consideran nucleares o clave para el siglo XXI -por formar parte de marcos competenciales reconocidos (§ V.4.)- en alumnos de último curso de la etapa Primaria.

Se trata de una investigación empírica tanto exploratoria como confirmatoria; por lo tanto, incluye métodos de investigación tanto cualitativos como cuantitativos. La meta se ha concretado en una serie de objetivos específicos, en forma de preguntas:

- ¿Cómo puede el pensamiento computacional ayudar al desarrollo de competencias consideradas clave para el siglo XXI (4C's)?
- ¿Cómo afecta el género del alumnado en el desarrollo de las competencias anteriores?
- ¿Qué relación existe entre la calificación de los alumnos (su evaluación curricular) y el grado de desarrollo de las 4C's?
- ¿Cómo es posible estudiar adecuadamente el desarrollo, entrenamiento y asimilación de dichas competencias en niños, mediante el uso de instrumentos propios del pensamiento computacional (cap. VIII)?

La última pregunta permite incorporar a las 4C's una nueva e importante competencia: 'la de resolución colaborativa de problemas', conformando el grupo de competencias que se han denominado #5c21.

Las metas propuestas muestran la distinta naturaleza de la investigación teórica y empírica desarrolladas.

La investigación teórica no tiene patrones a seguir o estructura que indique los pasos secuenciales a abordar para alcanzar las metas propuestas.

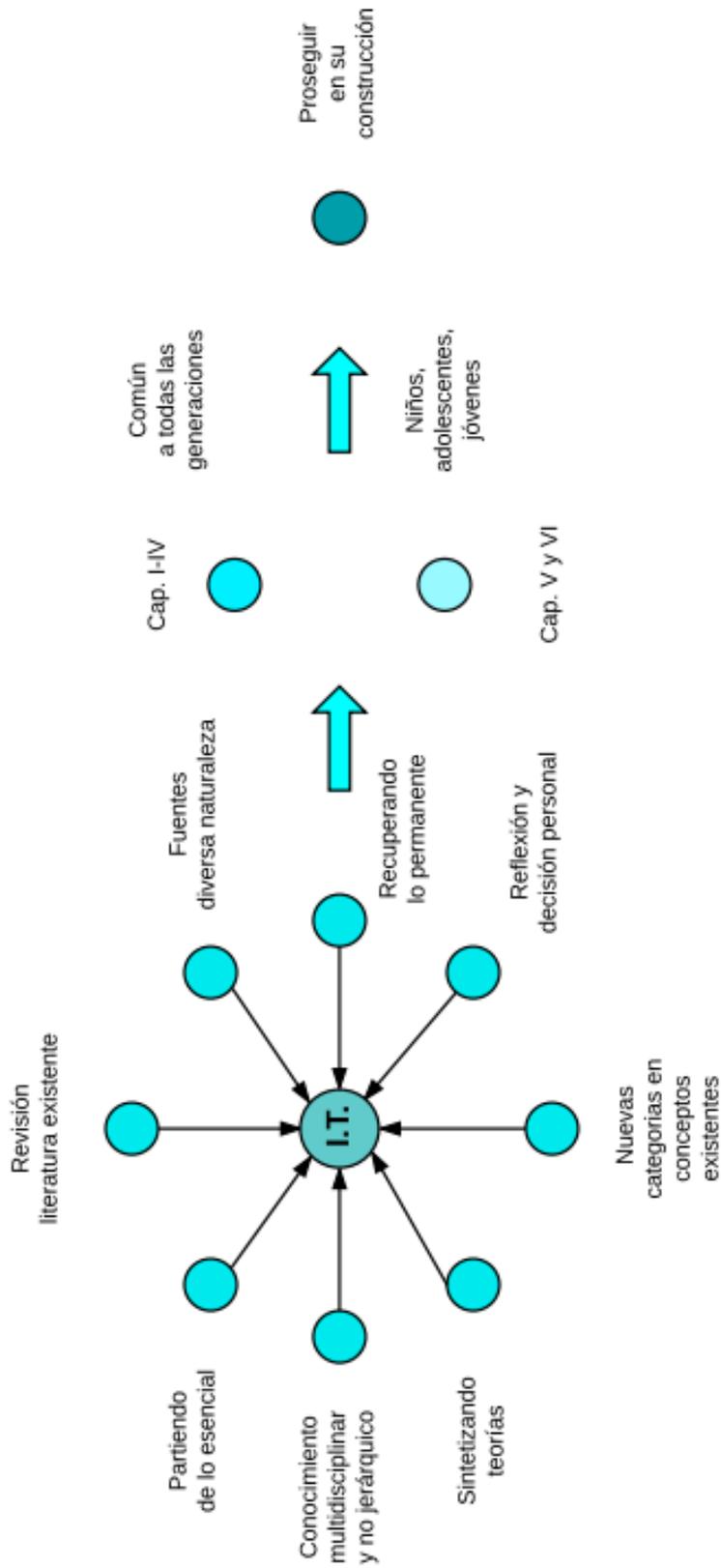


Fig. 0.2.- Esquema del método seguido, para desarrollar la investigación teórica.

Fuente: Elaboración propia.

Como no hay patrones, se indica en la Fig.0.2. el proceso seguido para desarrollar la investigación teórica; para la empírica no es necesario, ya que se han seguido los establecidos, como se puede comprobar en el Capítulo VII.

0.3.- Perspectiva general y visual de su desarrollo

Para conseguir los propósitos indicados, se ha seguido un modelo que se ha denominado **Modelo Modular por Capas**.

Para facilitar y sintetizar su comprensión se ha optado por visualizarlo mediante figuras, que dan una panorámica de cómo se ha desarrollado la tesis en su totalidad. La visualización del modelo es oportuna antes de adentrarse en el mismo.

0.3.1.- Modelo de capas para la investigación teórica

Este modelo, para la investigación teórica y en esta tesis al menos, está constituido por dos módulos, Fig.0.3.a. (módulo I) y Fig. 0.3.b. (módulo II).

Estas capas representan lo más básico y fundamental del modelo, independiente de las generaciones y aspectos concretos de la EF21 a los que se aplique.

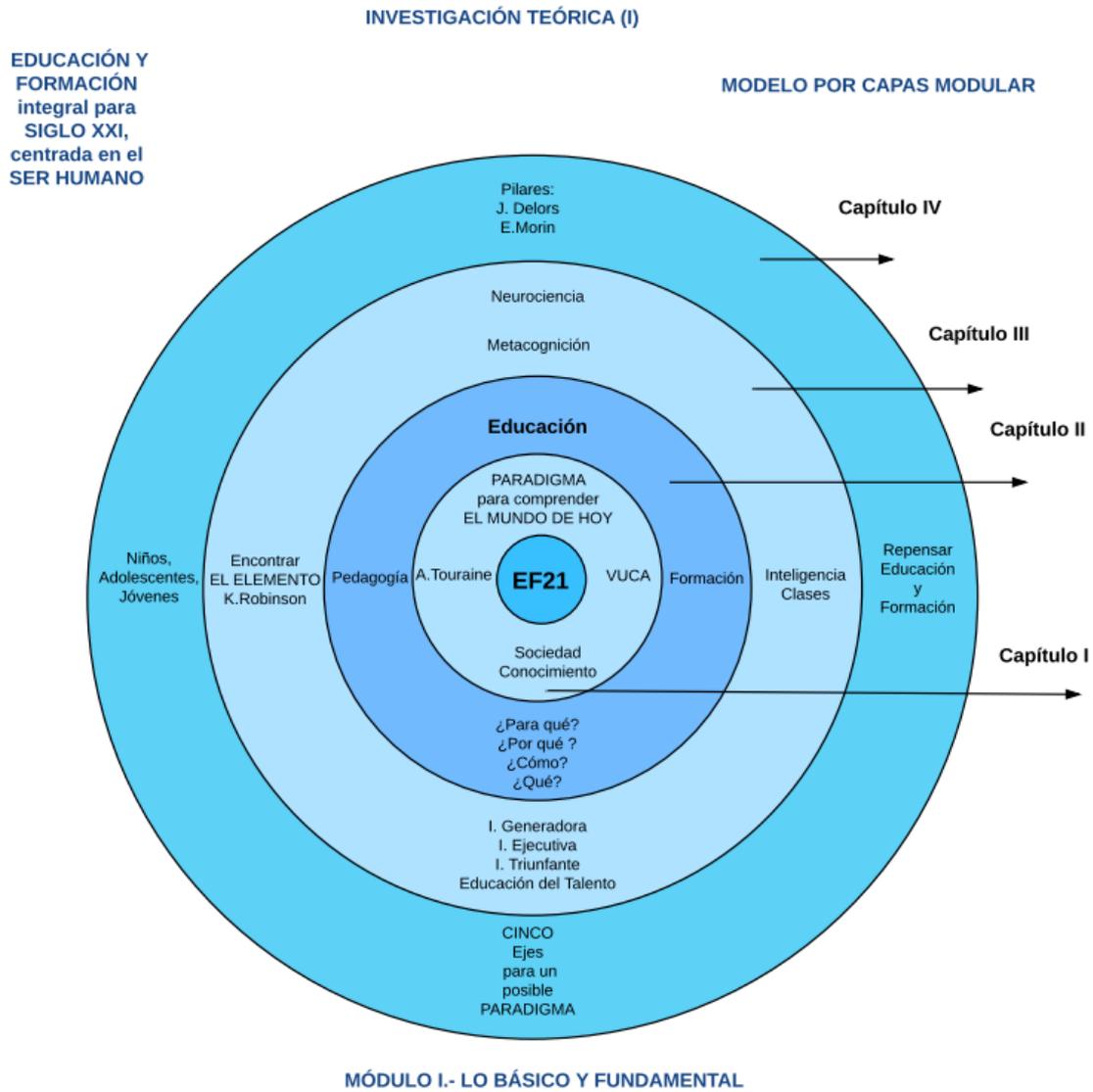


Fig.0.3.a.- Modelo de capas, Módulo I, para la investigación teórica.

Fuente: Elaboración propia.

El módulo II con sus capas representa lo concreto; en este caso, las generaciones o cohortes de edad (niños, adolescentes y jóvenes), y el aspecto centrado en el grupo de competencias #5c21.

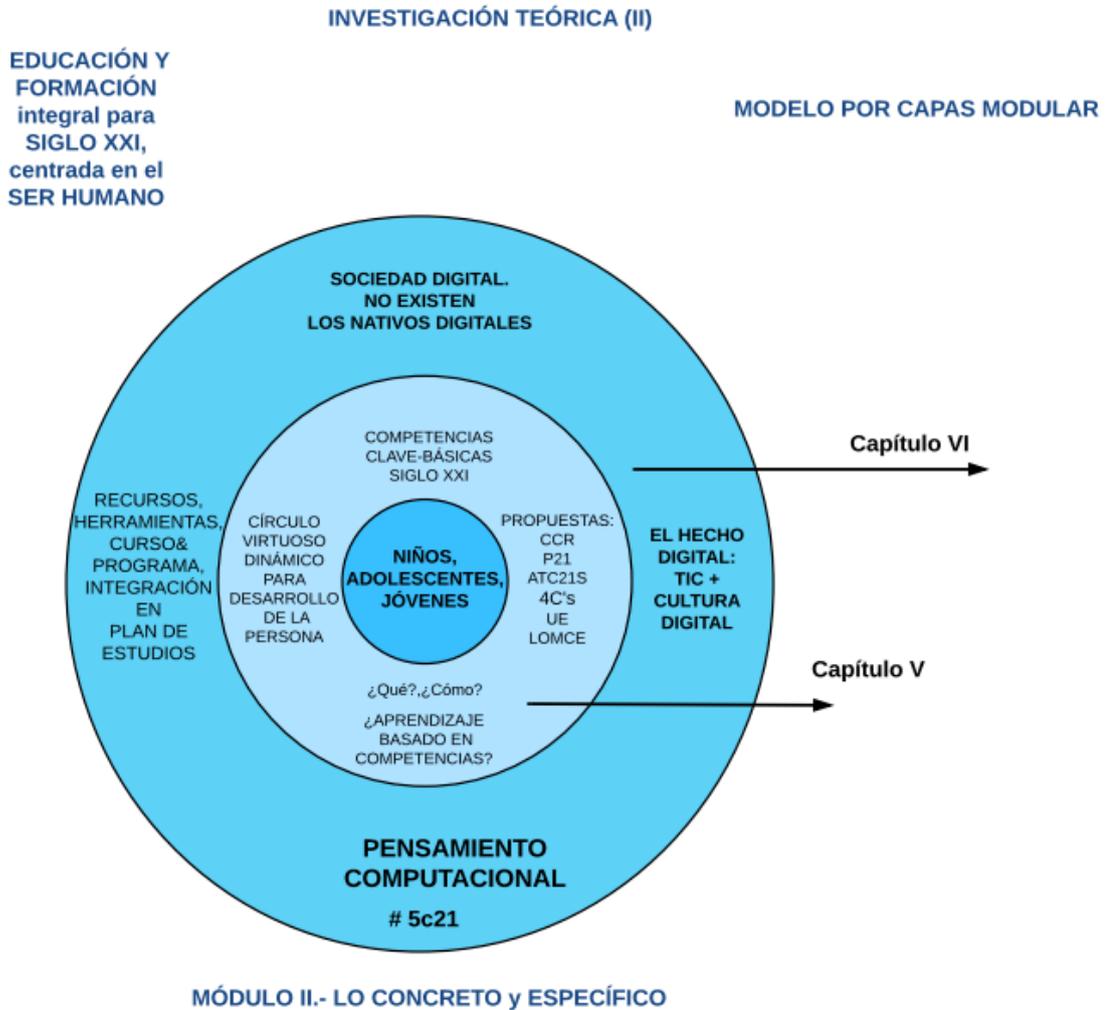


Fig.0.3.b.- Modelo de capas, Módulo II, para la investigación teórica.

Fuente: Elaboración propia.

0.3.2.- Modelo de capas para la investigación empírica

En este caso el modelo, Fig. 0.4., está formado por un solo módulo.

La parte teórica de la investigación empírica es la concreción y adaptación de los Cap. V y VI al problema empírico planteado; todo ello implícitamente dentro del modelo desarrollado en la investigación teórica.

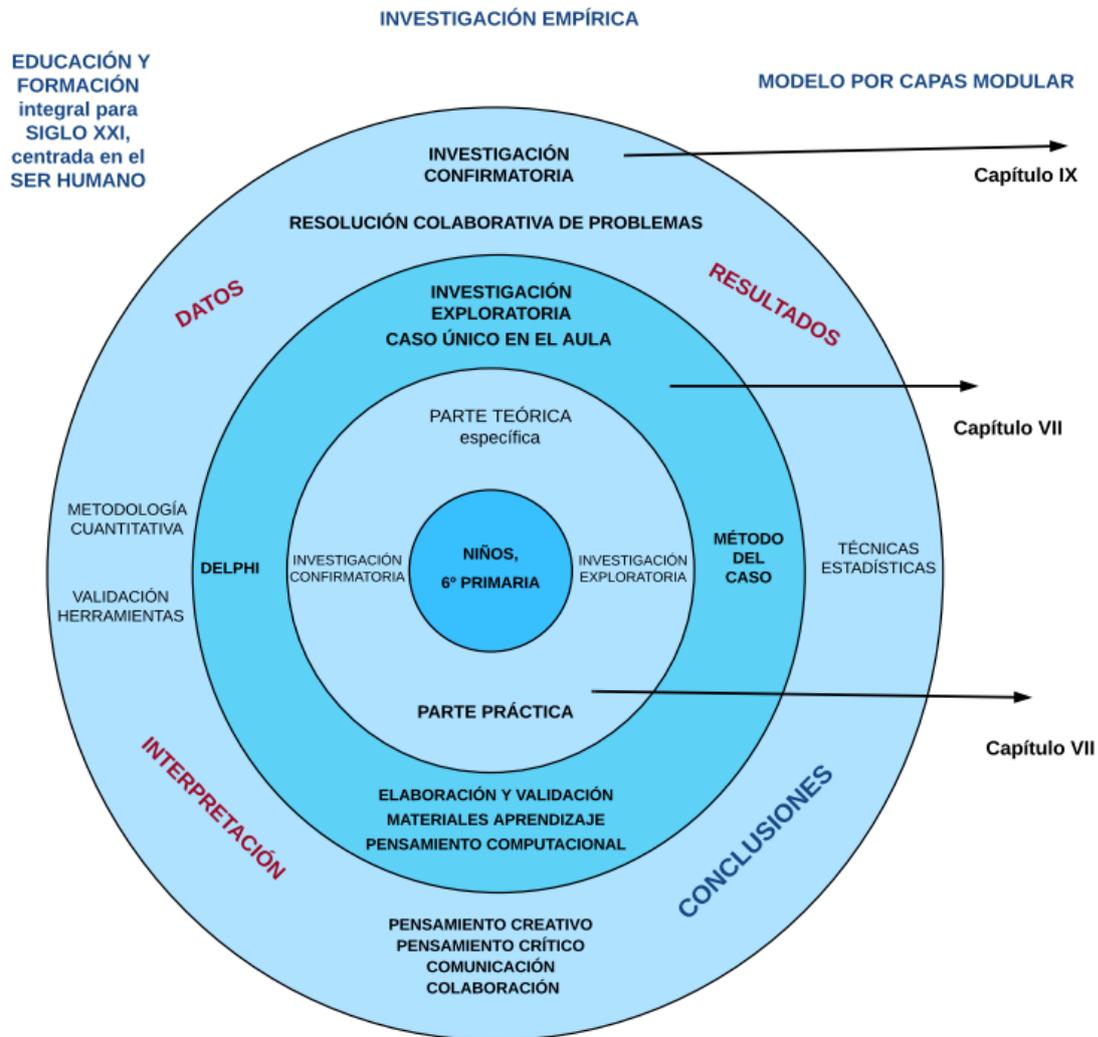


Fig.0.4- Modelo de capas, con un único módulo, para la investigación empírica.

Fuente: Elaboración propia.

Como consecuencia de la investigación teórica y empírica (datos, literatura, reflexiones, sugerencias, resultados y su interpretación) se obtienen una serie de conclusiones finales, en un proceso que se sintetiza en la Fig.0.5. En el mismo, debido a la importancia relativa de ambos tipos de investigación, se le otorga más ‘peso’ a la empírica (75%) por las razones ya expuestas.

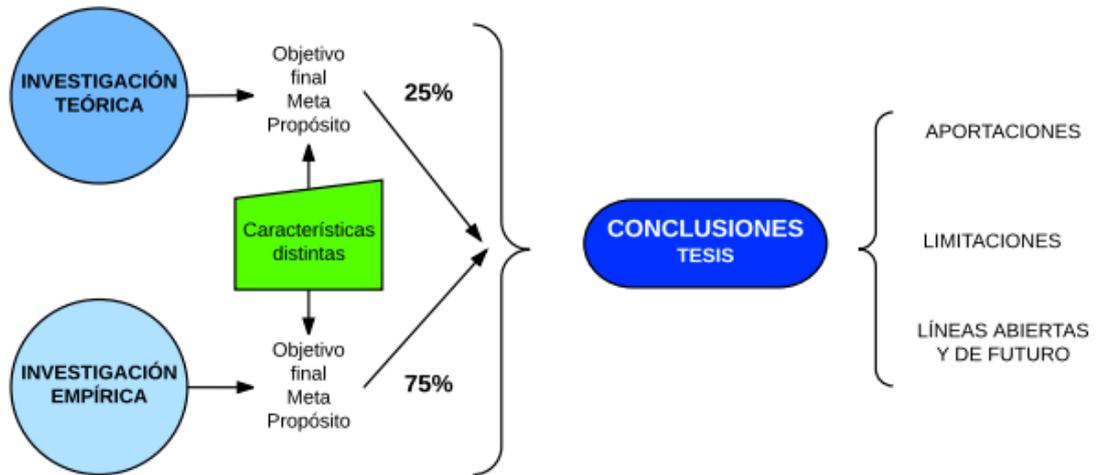


Fig.0.5- Obtención de las conclusiones finales, con los aspectos a contemplar.

Fuente: Elaboración propia.

0.3.3.- Modelo de las 3'-bilidades

Para finalizar esta perspectiva general del trabajo, parece pertinente una reflexión (mostrada de forma visual) acerca de cómo enfrentarse a los problemas y tomar decisiones aunque no sean las óptimas, Fig. 0.6. La triada representada es una metodología muy socorrida en *design thinking* (pensamiento de diseño), pero de gran aplicación también en el campo educativo. Lo importante es aprender a posicionarse en un equilibrio entre los tres elementos de la triada.

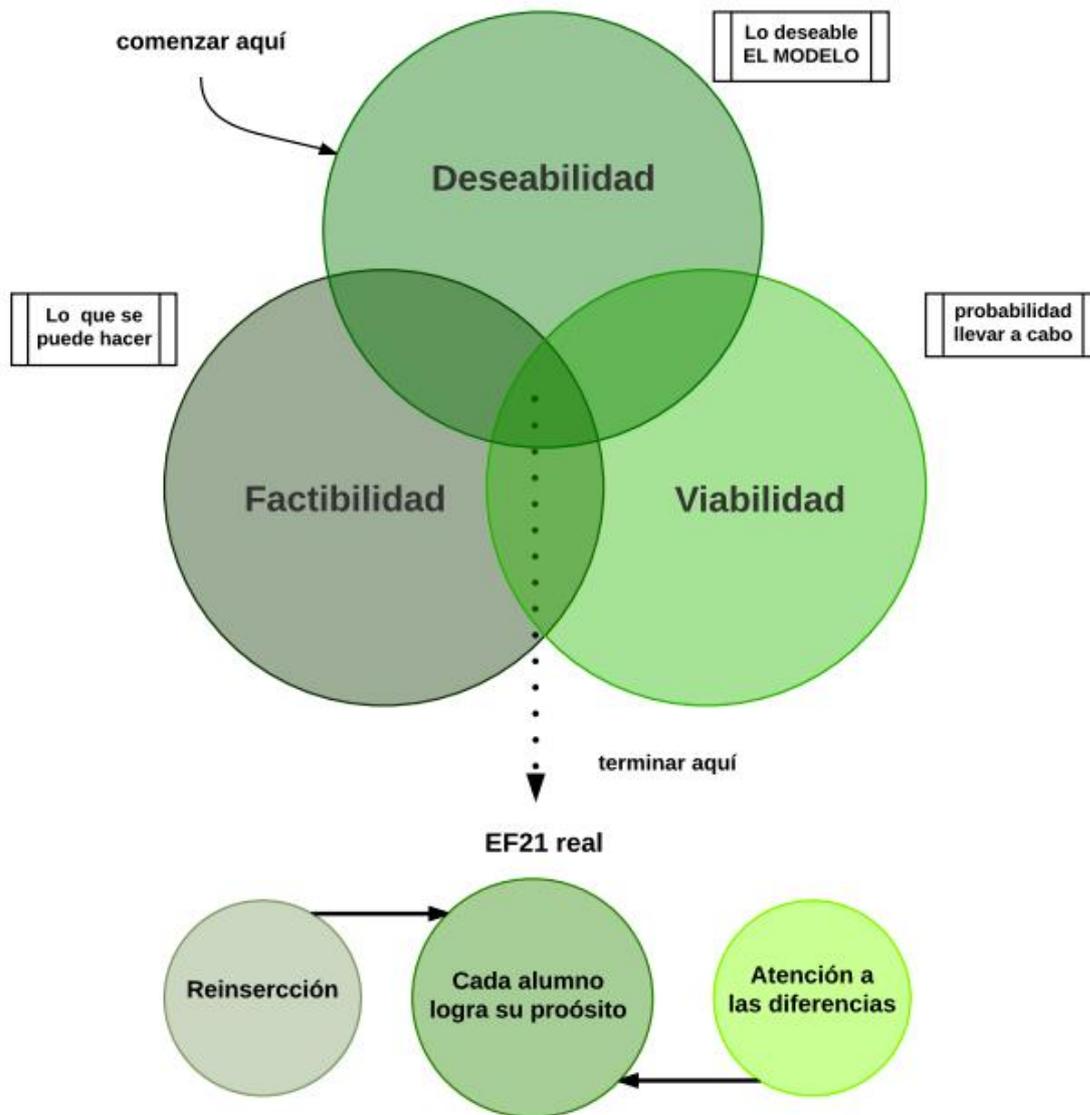


Fig.0.6.- Modelo de las 3-bilidades, para la toma de decisiones en la resolución de un problema o en la innovación de algún producto, servicio, proceso, modelo de negocio, curricular, etc.

Fuente: Elaboración propia, a partir de las ideas utilizadas en la metodología del *Design Thinking*.

Todo lo expuesto implica que estamos ante un reto que, a pesar de su riesgo, se asume alentado por mis directoras de tesis, y por mi mentor en la investigación teórica.

Investigación Teórica

Capítulo I

Sociedad del Conocimiento en un entorno VUCA

CAPÍTULO I

SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO EN UN ENTORNO VUCA¹

A MODO PREVIO

El mapa conceptual o teórico de la orientación dada a este primer capítulo se muestra en la Fig.1.1.

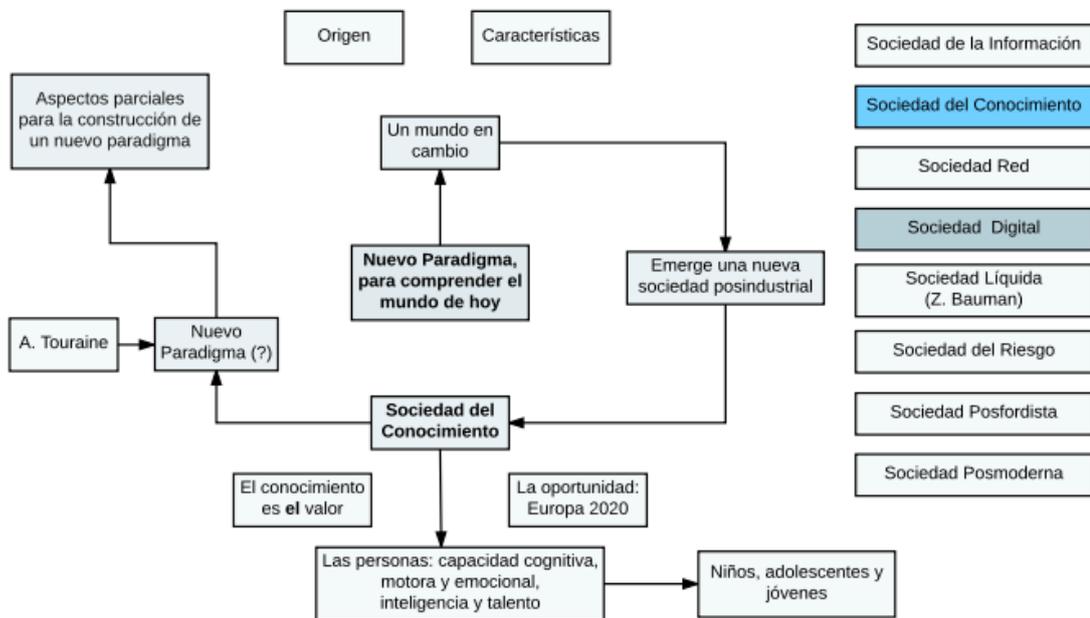


Fig.1.1.- Mapa conceptual del Cap. I

Fuente: Elaboración propia.

Este capítulo es importante y necesario para definir el nuevo contexto y entorno en el que ocurren, y hay que buscar soluciones a los problemas a resolver planteados en esta tesis doctoral.

Se trata de un contexto real, nuevo y que implica una ‘cierta ruptura’ respecto al de épocas anteriores no lejanas. Un contexto en proceso de desarrollo, formulación, interpretación y construcción académica e intelectual, que se tiene

¹ Esta Investigación teórica es consecuencia de la orientación, acompañamiento, debate y reflexión con el Dr. F. Rubio Royo (mi mentor) y la Dra. E. Pérez Martell, a los que quiero agradecer su pasión y magisterio en el tema.

que abordar desde diversas perspectivas: sociológica, antropológica, económica, política, cultural, educativa, etc. Una visión transversal que va más allá de la forzada división del conocimiento en áreas exclusivas y excluyentes, como ocurre en el sistema universitario al uso.

Se trata de interpretar el mundo en que vivimos e identificar claves de futuro que permitan verlo con antelación, prepararse para vivirlo con plenitud y modular posibles circunstancias no deseables.

Este capítulo es una ‘especie de marco’², en sí mismo, en el que encajar las piezas del rompecabezas que componen la realidad del mundo en que vivimos, cuya imagen general es borrosa y difusa en detalles, aunque cada vez es más nítida considerada en su conjunto.

Indudablemente es un tema que no corresponde al objetivo concreto y específico de esta tesis, por lo que no se aborda en profundidad. No obstante, hay que plantearlo y tomarlo en consideración para hacernos preguntas (muchas) y encontrar respuestas pertinentes (pocas) a los objetivos planteados³.

1.1.- Un mundo en cambio constante, ¿es algo nuevo?

El cambio ha estado presente en todas las épocas de la humanidad, ya que es inherente a la realidad y a la condición humana⁴, acentuándose en ciertos momentos de la historia. Hay cambios que por su magnitud e incidencia marcan el fin de una época y el comienzo de otra.

Puede ser que en cada una de ellas, las personas hayan pensado que el cambio que estaban viviendo no tenía precedentes, lo cual siempre ha sido

² Límites en los que se encuadra un problema, cuestión, etapa histórica, etc. Por eso, es la capa 1ª del modelo, en su nivel I.

³ Las referencias que se sugieren permiten un desarrollo más profundo de diferentes aspectos, si se consideran necesarios en algún momento.

⁴ Aunque suene a contrasentido, por su inercia hacia el mismo.

cierto para los que lo vivían. Lo más equilibrado es considerar que el cambio actual tiene características diferentes al vivido en etapas anteriores de la humanidad; no es mejor ni peor que los anteriores, simplemente es de diferente naturaleza, impacto y componentes.

Si la humanidad ha superado otros momentos de cambio, también lo hará en este, buscando soluciones diferentes a los problemas de siempre y, por supuesto, a los nuevos. Las preguntas pueden ser las ya conocidas, aunque las respuestas ahora son diferentes; como ocurrió en la famosa anécdota de A. Einstein, cuando contesta a uno de sus alumnos de doctorado en la Universidad de Princeton (USA), al hacerle notar que las preguntas son las mismas que las del curso anterior.

Los momentos de cambio suelen ser también de crisis; en estos momentos lo son de doble crisis (coyuntural y estructural). Citando de nuevo a A. Einstein⁵:

No pretendamos que las cosas cambien, si siempre hacemos lo mismo. La crisis es la mejor bendición que puede sucederle a personas y países, porque la crisis trae progresos. La creatividad nace de la angustia como el día nace de la noche oscura. Es en la crisis que nace la inventiva, los descubrimientos y las grandes estrategias. Quien supera la crisis se supera a sí mismo sin quedar superado.

Quien atribuye a la crisis sus fracasos y penurias, violenta su propio talento y respeta más a los problemas que a las soluciones. La verdadera crisis, es la crisis de la incompetencia. El inconveniente de las personas y los países es la pereza para encontrar las salidas y soluciones. Sin crisis no hay desafíos, sin desafíos la vida es una rutina, una lenta agonía. Sin crisis no hay méritos. Es en la crisis donde aflora lo mejor de cada uno, porque sin crisis todo viento es caricia. Hablar de crisis es promoverla, y

⁵ Se puede acceder a esta cita, atribuida a Einstein, a través de cualquier buscador.

callar en la crisis es exaltar el conformismo. En vez de esto, trabajemos duro. Acabemos de una vez con la única crisis amenazadora, que es la tragedia de no querer luchar por superarla.

I.1.1.- Características y origen de este cambio

El cambio actual es generalizado, profundo, rápido, inmediato en su difusión, complejo, impredecible, y afecta en mayor o menor grado a las personas de todo el mundo. La **instantaneidad** y la **universalidad** son características relevantes y nuevas, que lo hacen distinto al vivido por la humanidad en otros momentos de la historia.

Se trata de un cambio, que a pesar de ser universal y prácticamente inmediato, no se ha desarrollado por igual geográficamente; y que incluso no ha sido uniforme y homogéneo dentro de un mismo país o incluso en los diversos barrios de una ciudad.

Este nuevo contexto ha sido acuñado, simplificándolo, con el nombre **VUCA**⁶, que es el acrónimo de las iniciales en inglés de las palabras que caracterizan sus condiciones y situaciones: V: Volátil (*Volatility*), U: Incierto (*Uncertainty*), C: Complejo (*Complexity*) y A: Ambiguo (*Ambiguity*). VUCA, por tanto, concreta lo que habitualmente entendemos como cambio, con los cuatro factores⁷ que se han elegido para caracterizarlo.

En este contexto tiene lugar la meta, el planteamiento concreto y la búsqueda de soluciones particulares de esta investigación teórica:

La educación y formación integral para el siglo XXI (EF21), centrada en el ser humano (como individuo y como persona), para la sociedad del conocimiento y en un entorno VUCA.

⁶ Acrónimo de moda, que comienza a ser usual en los medios de comunicación de masas.

⁷ Que no son ni exclusivos ni excluyentes de otros.

Para lo cual se aplica el modelo de capas y niveles de la Fig.0.2.

Aclaración: Cuando se afirma 'para el siglo XXI' se está utilizando una figura retórica (hipérbole). La expresión parece ser más significativa que 'para el mundo de hoy', que puede no ser el de mañana; mientras que el siglo XXI lo seguirá siendo.

Origen del cambio:

Es difícil de plasmar las causas del mismo, ya que no existe un consenso generalizado acerca de cuáles son las más relevantes, sobre todo si se quieren priorizar y distinguir aspectos (causas y/o efectos) primarios, secundarios, terciarios, etc.

No obstante, se asume el riesgo con cautela. Se considera que los cambios primarios más importantes son:

- a.- La Globalización o Mundialización⁸.
- b.- Los cambios demográficos que se están produciendo.
- c.- La revolución tecno-socioeconómica de las TIC.
- d.- Los cambios culturales, asociados al concepto de cultura y diversidad en su sentido general.

Estos cambios son interdependientes, interaccionan con una geometría variable, y se refuerzan y/o se atenúan entre sí.

Según las diferentes personas faltarán o sobrarán algunos, y las prioridades serán diferentes respecto a cuáles son las causas primigenias. No es éste el lugar para el debate⁹, ni para entrar en cada uno de ellos. La selección varía dependiendo del punto de observación que se adopte: sociológico,

⁸ Son dos acepciones, anglófona y francófona respectivamente, para caracterizar el mismo fenómeno.

⁹ Nos encontramos más en momentos de acción que de debate (para no caer en "a la parálisis por el análisis").

antropológico, filosófico, económico, educativo, político, etc. Los indicados son adecuados para el objetivo y orientación del trabajo que se propone.

Quizá la globalización y la irrupción de las TIC son las más conocidas por el público formado e informado. La realidad es que nos encontramos en un mundo en cambio y en un mundo en red y de redes; aunque, como se verá, los cambios culturales son esenciales, en cuanto al efecto que provoca “el cambio” en el modelo de paradigma y, como consecuencia, de sociedad.

I.2.- La sociedad posindustrial: diversos nombres para una misma realidad

Estos cambios determinan un cambio de época¹⁰, no siendo meramente una época de cambios. Existe un acuerdo generalizado en que la humanidad ha iniciado una nueva época, con la finalización de la llamada sociedad industrial y la emergencia de la denominada genéricamente sociedad posindustrial¹¹, acuñada desde la visión sociológica y antropológica.

Para M. Castells (1999):

Una época histórica cambia cuando se transforman de forma cualitativa y simultánea las relaciones de producción, relaciones de poder, experiencia humana y cultura. Hace más de 200 años que la lógica de la sociedad agraria fue confrontada por la lógica del industrialismo emergente. La Revolución Industrial¹² fue capaz de consolidar un nuevo sistema de ideas, desarrollar un sistema de técnicas y crear nuevos mecanismos institucionales para viabilizar a ambos sistemas. Para eso, profundos cambios fueron generados para alterar las relaciones de

¹⁰ Período de tiempo que se distingue por los hechos históricos en él acaecidos y por sus formas de vida (RAE).

¹¹ Posteriormente se matizará esta afirmación, necesaria desde una perspectiva tecnológica.

¹² Período comprendido entre la segunda mitad del siglo XVIII y la primera del XIX; surgió en el Reino Unido.

producción, de relaciones de poder, la experiencia humana y la cultura¹³.

Las primeras publicaciones acerca de la sociedad posindustrial son las de A. Touraine (1971), J. K. Galbraith (2005) y, sobre todo, la de D. Bell (1999).

No obstante, quizá la más sistémica y sistemática es la trilogía de M. Castells (2005, 2006)¹⁴: “La Era de la Información. Economía, Sociedad y Cultura”; completada posteriormente, y hasta el momento, por: “La Galaxia Internet” (2001), “Comunicación y poder” (2009), y “Redes de Indignación y de Esperanza: Los movimientos sociales en la era de Internet” (2012”).

Castells (1999) propone y caracteriza un nuevo paradigma para la nueva revolución tecno económica de las TIC.

Aspectos concretos del nuevo paradigma¹⁵:

- a.- “La información es su materia prima. Se trata de tecnologías para actuar sobre la información, no sólo información para actuar sobre la tecnología”.
- b.- “La mayoría de procesos de nuestra existencia, individual y colectiva, están directamente influidos por esta tecnología”.
- c.- “La morfología de red parece estar [está] bien adaptada para una complejidad de interacción creciente y dota de flexibilidad al sistema (lógica de la interconexión)”.

¹³ Entre 1760 y 1830, algunos pensadores (J.J. Rousseau [ideólogo de la Revolución Francesa], T.R. Malthus, J. Watt, A. Smith, J.S. Mill, R. Owen, Ch. F. Fourier, P. Proudhon, L. Blanc, K.Marx, F. Engels, etc.) se dieron cuenta de que algo cualitativamente diferente estaba ocurriendo, y que transformaría para siempre el destino de la humanidad. Fue el último cambio de época.

¹⁴ Primera edición 1999, traducción española de la primigenia en inglés de 1997. Se trata ya de un enfoque con mayor perspectiva que las anteriores, al menos por el tiempo transcurrido y la perspectiva analítica y empírica de M. Castells.

¹⁵ En esta tesis siempre que se cite textualmente a un autor se siguen las normas de la APA; cuando se incluyen los símbolos [] significan que encierran una aportación o precisión propia, no incluida en la cita textual del autor.

d.- “La flexibilidad y capacidad para reconfigurarse, un rasgo característico en una sociedad caracterizada por el cambio constante y por la fluidez organizativa”.

e.- “La convergencia e integración reciente de tecnologías específicas en su sistema altamente integrado. Así la microelectrónica [ahora ya la nanoelectrónica], la optoelectrónica [y la fotónica] y los ordenadores [cada vez más potentes, pequeños, baratos y fáciles de manejar] están ahora integrados en sistemas de información”.

f.- “Por fin, el paradigma de la tecnología de la información no evoluciona hacia su cierre como sistema, sino hacia su apertura como una red multifacética. Sus cualidades fundamentales son su carácter integrador, la complejidad y la interconexión”.

Indudablemente la obra de M. Castells tiene una orientación centrada en la información, las redes, la comunicación y los movimientos sociales; pero también es una buena visión general, en los capítulos introductorios de cada uno de los volúmenes, que forman su famosa trilogía, y en las actualizaciones que hace en cada uno de sus libros posteriores.

Grandes rasgos¹⁶ de la sociedad posindustrial (Bell, 1999)¹⁷ -al menos en las sociedades y economías más desarrolladas (ya sean capitalistas o socialistas), adaptados y ampliados por el autor de esta tesis- son:

- Un rápido aumento del sector servicios (de gran valor añadido, como consecuencia del segundo de estos puntos) en comparación con el sector industrial (producción de productos materiales) de la economía; con la consiguiente deslocalización de la cadena de producción, que

¹⁶ Sin ánimo de ser exclusivos ni excluyentes.

¹⁷ Ver, además, en Wikipedia: “Sociedad posindustrial”. Se cita Wikipedia como referencia cuando en una entrada determinada se considera que está bien desarrollado y documentado. En la misma existe gran variedad de calidades en los temas que aborda.

sigue siendo necesaria y se desplaza a países con menor coste de la mano de obra y menor desarrollo, por el momento. Se asiste a una “explosión controlada” de una nueva economía de servicios: la mayoría de empleados no están implicados directamente en la producción de bienes materiales.

- La información, el conocimiento, la creatividad y la [innovación] son las nuevas materias primas de la economía, pudiéndose hablar de la revolución de la información.
- La emergencia de cambios demográficos significativos:
 - A nivel mundial continuará el crecimiento demográfico (entre países y dentro de un mismo país), aunque será un crecimiento más moderado a partir de mediados de siglo hasta 2100.
 - Envejecimiento de la población por la caída de la fecundidad y por una mayor longevidad gracias al descenso de la mortalidad.
 - Crecimiento de las corrientes migratorias internacionales y, en algunos casos, nacionales.
 - Los estados que más verán aumentar su población están en África y Asia. Los que más verán disminuir su población están en Europa.
 - La tendencia y oportunidad de agregar salud a los años: envejecimiento saludable.
 - Gran fluctuación, entre países, en el aumento de la población joven¹⁸.
 - Se asiste a un empoderamiento¹⁹ constante y cada vez más importante de las mujeres, aunque todavía insuficiente.

¹⁸ España ha perdido 1,6 millones de jóvenes menores de 34 años desde 2012, año en el que la población total alcanzó el pico máximo de 46 millones; tras más de medio siglo de crecimiento demográfico, comenzó a decrecer.

¹⁹ “Para traducir el verbo to empower y el sustantivo correspondiente, empowerment, se están empleando en español las palabras empoderar y empoderamiento. Empoderar es un antiguo verbo español que la vigesimotercera edición del

- Brecha cada vez mayor entre ricos y pobres.
- La población sigue viviendo, cada vez más, en las grandes ciudades y en las costas, cuando el país la tiene.
- Un crecimiento cada vez mayor del uso y acceso a las TIC que afecta, consciente o inconscientemente a toda la población mundial, tanto en su dimensión individual como comunitaria. Esto ha dado lugar a acuñar que nos encontramos en la 'era de la información'.

Representa una revolución tecnológica cuyos efectos sociales y culturales son visibles en todas partes. Pero el punto más importante es aquel en que Manuel Castells insiste con tanta razón: la ausencia de todo determinismo tecnológico en esta sociedad de la información²⁰. Esto es lo que nos distancia de forma clara de la sociedad industrial, donde la división técnica del trabajo no era separable de las relaciones sociales de producción. Se ha creado una situación nueva a causa de la gran flexibilidad social de los sistemas de información, (Touraine, 2005).

Según A. Touraine (2005),

...la sociedad posindustrial es creadora de alienación más que de explotación. El hombre alienado es el integrado y manipulado en un sistema que no controla, aunque dicho individuo participe de un consumo acrecentado y de algunas ventajas sociales. Pero, debido a esta misma alienación, surgirán nuevos conflictos que adoptarán un **carácter más cultural que económico y social**. En la juventud y en otros sectores abiertos al cambio, se desarrolla una voluntad de ruptura

Diccionario académico recoge ya con el nuevo significado con el que se utiliza: 'Hacer poderoso o fuerte a un individuo o grupo social desfavorecido'.

El empleo de empoderar y empoderamiento con este nuevo significado, que comenzó en el ámbito de la sociología política, es cada vez más extenso, y ello se refleja, por ejemplo, en la frecuencia de su aparición en los medios de comunicación o en los documentos normativos europeos". (Fundeu).

²⁰ En esta tesis, por ahora, se sigue denominando sociedad posindustrial.

y de reconquista de la autodeterminación que puede llegar a rechazar la participación en una producción y una gestión dependientes.

Esta 'nueva realidad' o sociedad, que genéricamente se ha denominado hasta ahora posindustrial, recibe distintos nombres específicos (Fig.1.1.) en función de la formación, intereses, prioridades o ideología del autor, que prioriza algunos aspectos sobre otros. Normalmente la interpretación más amplia y profunda proviene de la visión sociológica, filosófica y/o antropológica.

A continuación se describen brevemente las denominaciones que se consideran más relevantes para esta investigación teórica, entre la constelación de las existentes. La denominación Sociedad Digital se tratará con mayor amplitud en el § VI.1. de esta tesis; esta denominación, desde el punto de vista sociológico, es poco relevante, aunque desde el educativo y el pragmático lo es mucho.

Veamos las que se consideran:

A.- Sociedad de la Información

Se reproduce la definición que J. Delors (1993) dio en el Libro Blanco de Crecimiento, Competitividad y Empleo de Lisboa, y que es la asumida por la Unión Europea:

Es una forma de desarrollo económico y social en el que la adquisición, almacenamiento, procesamiento, evaluación, transmisión, distribución y la diseminación de la información con vistas a la creación de conocimiento y a la satisfacción de las necesidades de las personas y de las organizaciones, juega un papel central en la actividad económica, en la creación de riqueza y en la definición de la calidad de vida y las prácticas culturales de los ciudadanos.

Es interesante esta fuente porque indica la apuesta de la actual Unión Europea por la nueva sociedad que, aunque no ha alcanzado su propósito primigenio

todavía, ha dado un salto importante con la última estrategia lanzada: **Europa 2020**.

En el caso de España esta denominación es de las más utilizadas, en el ámbito no especializado del cambio de sociedad, tanto en el sector público como en el privado²¹.

La Fundación Telefónica²² publica anualmente el informe sobre: 'La Sociedad de la Información en España 2015' (2016); a pesar de ello, da una definición de la misma en su página corporativa que en realidad no aporta mucho:

La Sociedad de la Información es un nuevo tipo de sociedad donde la creación, modificación y distribución de la información forma parte esencial de la actividad económica y social.

B.- Sociedad del Conocimiento

Es la denominación que posiblemente mejor encaja para los objetivos de este trabajo de investigación, que se presenta como tesis de doctorado, y es por ello que se le dedica un apartado específico (§ 1.3.).

Este nombre es menos popular que el de Sociedad de la Información, sobre todo a nivel de las Administraciones Públicas y de los medios. En ocasiones ambos términos se utilizan de forma indistinta, sobre todo en entornos no académicos o de rigor intelectual²³.

La denominación elegida resalta, además, el carácter del ser humano (como individuo y persona) como núcleo y razón de ser de la misma, ya que la capacidad cognitiva es característica de la mente humana, que a su vez es capaz de crear máquinas que incorporen algunas de estas características, a

²¹ El Gobierno de Canarias, por ejemplo, tiene la ACIISI: Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información.

²² Y algunas otras de grandes corporaciones, aunque la citada es la pionera.

²³ Ya que información y conocimiento no son palabras sinónimas. Algunas personas las utilizan de forma conjunta, hablando de Sociedad de la Información y del Conocimiento.

través del desarrollo de la Inteligencia Artificial (IA) y la Robótica de última generación.

La noción de sociedad de la información se basa en los progresos tecnológicos. En cambio, el concepto de sociedad del conocimiento comprende dimensiones sociales, éticas y políticas mucho más vastas.

C.- Sociedad Red

El término Sociedad Red fue acuñado en 1991 por Jan van Dijk en su obra *De Netwerkmaatschappij* (La Sociedad Red). M. Castells (1999) ha sido quien ha contribuido a su mayor desarrollo y popularización a través de 'La Sociedad Red', el primer volumen de su trilogía La Era de la Información.

En la Sociedad Red la realidad está construida por redes de información que procesan, almacenan y transmiten información sin restricciones de distancia, tiempo ni volumen. Esta nueva forma de entender el funcionamiento de la sociedad se basa en el fenómeno de la globalización, el cual se ha ido desarrollando gracias a Internet.

La nueva sociedad, la Sociedad Red, nace de una revolución tecnológica basada en la información y el conocimiento, y genera una nueva economía cuyas tres características fundamentales son:

- La nueva economía es informacional, de forma que la generación y transformación de la información son determinantes en la productividad del sistema.
- La nueva economía es global; es decir, opera a nivel planetario.
- La nueva economía está en red, dando lugar a la empresa-red, organización económica de nuevo cuño con alta flexibilidad y operatividad, de configuración variable y que funciona como una red:

plana en jerarquías y donde lo importante es la interconexión de los distintos nodos.

Estas características de la nueva economía cambian radicalmente la forma en que se dan las relaciones de producción, experiencia y poder; redefiniendo el mercado de trabajo y el empleo, la cultura, la política, el Estado, el consumo y las sociedades capitalistas.

M. Castells (1999) de hecho utiliza la denominación de **Sociedad Informacional**²⁴, en vez de Sociedad de la Información, estableciendo una distinción analítica entre ambas.

El término informacional indica el atributo de una forma específica de organización social en la que generación, el procesamiento y la transmisión de la información se convierten en las fuentes fundamentales de la productividad y el poder, debido a las nuevas condiciones tecnológicas que surgen en este nuevo período histórico. La terminología de Castells trata de establecer un paralelo con la distinción entre industria e industrial²⁵.

De hecho el término informacionalismo indica un cambio de paradigma tecnológico, en el sentido que se abordará en el apartado § 1.4. de este capítulo. En los últimos años M. Castells incide en el significado e importancia de las redes en la nueva sociedad (1999, Vol.I), (2001), (2002), (2006), (2009), (2012), (2016).

D.- La serie de revoluciones industriales

Existe una tendencia a denominar las épocas ‘recientes’ de la humanidad mediante las revoluciones industriales y tecnológicas que han tenido lugar,

²⁴ Junto a la de Sociedad Red.

²⁵ Una sociedad industrial (como noción habitual en la tradición sociológica) no es sólo una sociedad en la que hay industria, sino aquella en la que las formas sociales y tecnológicas de la organización industrial impregnan todas las esferas de la actividad, comenzando con las dominantes y alcanzando los objetos y hábitos de la vida cotidiana.

considerándolas causa primigenia del cambio. La revolución tecnológica, con esta visión, se considera la causa de los cambios sociológicos que tienen lugar²⁶.

Tradicionalmente se habla de que nos encontramos en la **3ª revolución industrial**; siendo esta tercera la que corresponde al momento de la humanidad en el que están viviendo gran parte de la población humana.

Recientemente (2016) ya se le añade una cuarta revolución industrial, caracterizada por la convergencia de tecnologías digitales, físicas y biológicas, que anticipan que cambiará el mundo tal como se le conoce.

La cuarta revolución industrial no se define por un conjunto de tecnologías emergentes en sí mismas, "sino por la transición hacia nuevos sistemas que están contruidos sobre la infraestructura de la revolución digital (anterior)", (Fondo Económico Mundial, 2016). Es la revolución de los robots en gran escala, incluyendo las máquinas que incorporan la llamada Inteligencia Artificial; esto es, algunos aspectos cognitivos y no meramente repetitivos (es decir, aprenden en cierto modo), Fig.1.2.

WORLD ECONOMIC FORUM
COMMITTED TO IMPROVING THE STATE OF THE WORLD

Navigating the next industrial revolution

Revolution	Year	Information
	1	1784 Steam, water, mechanical production equipment
	2	1870 Division of labour, electricity, mass production
	3	1969 Electronics, IT, automated production
	4	? Cyber-physical systems

Fig.1.2.- Las cuatro revoluciones industriales.

Fuente: Fondo Económico Mundial (WEF, 2016).

²⁶ Desde un punto de vista holístico no parece la mejor opción, por dos razones al menos: a) todas las revoluciones industriales (tecnológicas) no son iguales y cada una tiene su propio paradigma; b) el cambio tiene una dimensión cultural que excede al de la revolución en sí; sobre toda las últimas, que se están desarrollando. Indudablemente las revoluciones son un ingrediente más del cambio, aunque no el único.

Lo que es cierto es que estas dos últimas revoluciones industriales y los cambios culturales están determinando el futuro del trabajo y la aparición/desaparición de trabajos y profesiones, al menos tal como se han entendido hasta ahora. Hay que recordar que ya le pasó antes a la humanidad y no ocurrió ninguna hecatombe.

I.3.- Sociedad del Conocimiento

Tal como se ha indicado en el apartado anterior, esta es la acepción elegida para este trabajo. Se trata de una sociedad en proceso de formación, desarrollo y evolución a partir, y junto con ella, de la sociedad de la información.

El concepto de sociedad del conocimiento lo introdujo P. Drucker en 1969. A partir de los 90 esta denominación ha sido ampliamente utilizada en ámbitos académicos como sinónima de ‘Sociedad del Aprendizaje’²⁷; y en medios económicos y de estrategia de desarrollo, como sinónima de ‘Economía del Conocimiento’. Al nombre le dieron contenido y consistencia F. Machlup, R. Mansel, J. Baudrillard, R. Ritcha, F. Lyotard, R. Lain, N. Stehr, A. Touraine, y G. Bechmann, entre otros (Böhme, G; Stehr, N., 1986).

Peter Drucker²⁸ (2013) fue un visionario cuyas ideas fueron decisivas en la creación de la corporación moderna; previamente había introducido ya el término, hoy popularizado, de ‘trabajador del conocimiento’. Se le considera el creador del *management*²⁹ como disciplina académica y práctica. También, D. Bell utilizó ya el concepto, en la referencia antes citada.

²⁷ En el campo de la educación y formación está emergiendo, también, la de sociedad del aprendizaje, que se puede considerar subsumida en la propuesta de esta tesis, que es más general.

²⁸ Gurú y autor de referencia en la teoría de las organizaciones y nuevas prácticas empresariales.

²⁹ Según FUNDEU, el equivalente en español para este anglicismo sería: Dirección, gestión o administración, así como gerencia o directiva

La UNESCO (2005), por otra parte, afirma:

Actualmente, la difusión de las nuevas tecnologías y la aparición de la red pública Internet parecen abrir nuevas perspectivas a la ampliación del espacio público del conocimiento. A este respecto, podemos preguntarnos si poseemos ya los medios que permitan un acceso igual y universal al conocimiento, así como un auténtico aprovechamiento compartido de éste. Ésta debe ser la piedra de toque de sociedades del conocimiento auténticas, que sean fuentes de un desarrollo humano y sostenible.

Cada sociedad cuenta con sus propios puntos fuertes en materia de conocimiento. Por consiguiente, es necesario actuar para que los conocimientos de que son ya depositarias las distintas sociedades se articulen con las nuevas formas de elaboración, adquisición y difusión del saber valorizadas por el modelo de la economía del conocimiento.

De ese modo apuesta por una denominación de '**sociedades del conocimiento**' en vez hacerlo por una 'sociedad del conocimiento' uniforme y homogénea.

Además hace una declaración relevante para esta tesis:

...el exceso de información no es forzosamente una fuente de mayor conocimiento. Es necesario que los instrumentos que permiten tratar la información estén a la altura. En las sociedades del conocimiento todos tendremos que aprender a desenvolvernos con soltura en medio de la avalancha aplastante de informaciones, y también a desarrollar el espíritu crítico y las capacidades cognitivas suficientes para diferenciar la información "útil" de la que no lo es. Por otra parte, cabe señalar que los conocimientos útiles no son exclusivamente los que se pueden valorizar inmediatamente en una economía del conocimiento. En efecto, los

conocimientos “humanistas” y los conocimientos “científicos” obedecen a estrategias distintas de utilización de la información.

Se puede tomar como referencia para profundizar en la sociedad del conocimiento³⁰ el informe que realizó CATPE sobre “Transición de Canarias hacia la Sociedad del Conocimiento. Propuestas de desarrollo para el crecimiento inteligente, sostenible e integrador de Canarias” (2014), coordinado por el Dr. F. Rubio Royo, y del que es su autor principal.

En el mismo se propone la definición siguiente para la Sociedad del Conocimiento:

Sociedad en la que el conocimiento es la fuente del desarrollo y crecimiento, basado en la sostenibilidad y la inclusión de las personas, las organizaciones y las regiones. Representa una evolución [natural] de la Sociedad de la Información.

Sus elementos nucleares son el conocimiento y las personas, transformado y ayudadas respectivamente, por la nueva cultura digital impulsada por la revolución de las TIC en un mundo globalizado”.

Es una percepción humanizada de la visión que tienen los grandes organismos internacionales, de carácter eminentemente económico. Fundamentalmente conjuga la perspectiva del Banco Mundial y la OCDE con las de la UNESCO, la UE y el Premio Nobel de Economía A. Sen³¹.

Para esta tesis interesan dos aspectos fundamentales de la misma:

- El nuevo alcance del conocimiento.
- Las personas como centro y razón de ser de la nueva sociedad.

³⁰ En un aspecto más práctico, y menos teórico o conceptual (sociológico, filosófico o antropológico).

³¹ Se trata de una sociedad en la que existen modelos a seguir, aunque no patrones a replicar, ya que cada país y cada región debe buscar su propia opción.

Se comentan brevemente cada uno de ellos:

1.3.1.- El nuevo valor del conocimiento:

El conocimiento siempre ha sido importante, lo ha sido en todas las sociedades. ¿Cuál es el hecho diferencial en el momento actual para prestarle tanta atención?

El conocimiento es un atributo que siempre ha sido importante en las personas (conocimiento tácito) y que ahora, además, lo es también en las organizaciones (conocimiento explícito); y, además, ha adquirido un valor económico directo en una economía de servicios de alto valor añadido: la ciencia, el conocimiento, se ha convertido en una fuerza productiva inmediata. Las fuentes, agentes y lugares donde se genera conocimiento se han diversificado; adquiere una nueva dimensión el conocimiento científico y el conocimiento para la vida. Todo esto hace que el conocimiento tenga una dimensión distinta y diferencial a la de épocas anteriores.

Por otra parte, las TIC, con su nuevo paradigma, le dan una nueva dimensión y alcance a los diferentes aspectos relacionados con su generación, difusión, compartición, aplicación y reutilización. El conocimiento, en la nueva sociedad posindustrial, se ha convertido en **el agente** del cambio social, a través de la educación y formación y de la innovación social.

En estas circunstancias las personas deben adquirir esta nueva cultura relacionada con el conocimiento, en un proceso que se desarrolla a lo largo de toda su vida y no solo en la etapa tradicional de la educación y formación inicial. Además, para 'no perderse en una galaxia de información, a veces contradictoria, deben tener unos criterios de reflexión, pensamiento crítico y toma de decisiones distintos a los usuales hasta el momento'.

El hecho diferencial del conocimiento en las organizaciones (entidades que aprenden corporativamente) es que estas adquieren, desarrollan, comparten y

usan eficazmente conocimiento corporativo, si saben liderar adecuadamente el talento de las personas que forman parte de las mismas. Unas organizaciones que, cada vez más, deben aprender a gestionar talento, más que recursos humanos. En la Sociedad del Conocimiento el talento existe³², y hay que desarrollarlo, tanto en las personas como en las propias organizaciones.

En el momento actual el conocimiento, como consecuencia, es fuente directa de valor económico en las organizaciones. Es un activo de las mismas, a través de las personas que trabajan en ellas formando el denominado '**capital intelectual**'. Se trata de un activo, tangible e intangible, que existe bajo diversos tipos y modalidades, cada uno de ellos con un valor potencial y real distinto; un conocimiento que procede y que está en diversas fuentes, no solo en las que eran tradicionales y genuinas hasta el momento; y que, además, es 'manejado' por nuevos agentes que entran en el conjunto de actividades que se desarrollan con el mismo. Se trata de un 'nuevo bien' en la economía y sociedades de los países y regiones. Se trata de un verdadero bien común a desarrollar y utilizar.

I.3.2.- Atributo de la condición humana

La capacidad cognitiva es un atributo de la condición humana, que se desarrolla a lo largo de toda la vida mediante la educación, la formación, la comunicación bajo diversos soportes, la experiencia, la intuición y la reflexión; a través de una verdadera igualdad de oportunidades e intentando que nadie se quede por el camino, en situación de riesgo y exclusión³³.

Como consecuencia, las personas son potencialmente el recurso más importante que tienen los países y las regiones para desarrollar un crecimiento económico que produzca bienestar e integración social sostenibles. La nueva

³² En una verdadera igualdad de oportunidades, para desarrollarlo y facilitar su crecimiento.

³³ Este es el objetivo del capítulo III.

sociedad se estructura más que nunca en torno a la persona, individual y colectivamente.

Cada persona tiene unas capacidades naturales y otras adquiridas. Debe desarrollar y cultivar al máximo las primeras y aprender, hasta cierto grado, las segundas; todo ello con su esfuerzo y la orientación adecuada. Además de ponerlas en práctica en armonía con los demás, asentadas en valores y comprometidas con lo que hace en cada momento, y orientadas hacia una vida con propósito.

Posteriormente y de manera recurrente se volverá a este aspecto, puesto que las personas son la razón de ser de esta tesis.

Además, es un momento de oportunidad.

I.4.- La oportunidad: Europa 2020

La Unión Europea apostó por el conocimiento como factor de crecimiento, desarrollo e integración social desde antes del Milenio, y la materializó en el Consejo Europeo Extraordinario de Lisboa (marzo 2000), aprobando la declaración conocida como Estrategia de Lisboa (Europa 2010):

“La Unión Europea se enfrenta a un enorme cambio fruto de la globalización y de los imperativos que plantea una nueva economía basada en el conocimiento. Dichos cambios afectan a todos los ámbitos de la vida de las personas y exigen una transformación radical de la economía europea. La Unión debe determinar dichos cambios en coherencia con los valores y conceptos de la sociedad, y también con vistas a la próxima ampliación”.

“Se trata de una sociedad en proceso de formación y evolución en coherencia con los valores y conceptos de la sociedad occidental, y también con vistas a la próxima ampliación”.

La estrategia fue revisada en 2005 y al cabo de la década no se habían conseguido los objetivos propuestos, debido a una serie de razones tanto internas como externas a la propia Unión Europea. Esta retomó la acción con nuevos bríos y objetivos en 2010, definiendo una nueva estrategia para la siguiente década, aprobando la conocida como Europa 2020 (Comisión Europea, 2010a).

Estrategia Europa 2020:

Su propósito es:

Objetivo estratégico 2010-2020

Lograr un crecimiento inteligente, a través de inversiones más eficaces en educación, investigación e innovación, sostenible, gracias al impulso decidido hacia una economía baja en carbono, e integrador, que ponga el acento en la creación de empleo y la reducción de la pobreza. La estrategia se centra en cinco ambiciosos objetivos en las áreas de empleo, innovación, educación, reducción de la pobreza y cambio climático / energía.

Para garantizar que la estrategia Europa 2020 surta efecto, se ha creado un sólido y eficaz sistema de gobernanza económica para coordinar las medidas políticas entre la UE y las administraciones nacionales.

Para lograrlo presenta **siete iniciativas emblemáticas**, que deben aplicarse a escala europea en los Estados miembros, Tabla 1.1. (Comisión Europea, 2010b).

Distinguiendo, en la Tabla 1.1., las iniciativas para un crecimiento inteligente, para uno sostenible, y para que sea, también, integrador mediante diversas tonalidades de grises.

Tabla 1.1.- Las siete iniciativas emblemáticas de Europa 2020

Fuente: Comisión Europea, 2000a

Una agenda digital para Europa.	Unión por la innovación.
Juventud en movimiento.	Una Europa que utilice eficazmente los recursos.
Una política industrial para la era de mundialización.	Una agenda de nuevas cualificaciones y empleos.
Plataforma europea contra la pobreza.	

Además, Europa se fija grandes objetivos en los aspectos que son prioritarios para la estrategia, que se deben alcanzar en 2020 a más tardar:

- Empleo.
- I+D.
- Cambio climático y sostenibilidad energética.
- Educación.
- Lucha contra la pobreza y la exclusión.

De ellos, tres al menos están relacionados -en diferentes grados- con los objetivos y resultados de esta tesis.

En esta nueva sociedad, independientemente del nombre que se le dé, hay que situar el objetivo y los resultados de la investigación que se proponen.

1.5.- Interpretación de la nueva realidad desde la perspectiva del cambio de paradigma

Hasta ahora se ha realizado una descripción somera, desde aspectos diferentes y complementarios, de la nueva sociedad, sea cual fuere el nombre que se le dé. Ahora proponemos un cambio cualitativo de consideración de la realidad actual y del futuro que ya no es el que parecía. No se trata de analizar, interpretar, describir e identificar la nueva sociedad posindustrial, sino de

descubrir si hay algo específico que la caracteriza o le da sentido; al menos para entenderla, tener modelos aunque no patrones, y poder tomar decisiones personales y colectivas. Para ello se recurre a un término que facilita dicho propósito: el de **paradigma**. Se trata de un término cada vez más utilizado fuera del campo científico y académico, ya que ha pasado a ser utilizado por amplios sectores de la sociedad, que están formados e informados, e incluso por los medios de comunicación de masas.

Acerca de paradigma:

El diccionario de la RAE define el término³⁴:

2. Teoría o conjunto de teorías cuyo núcleo central **se acepta sin cuestionar** y que suministra la **base y modelo** para **resolver problemas y avanzar** en el conocimiento.

El término apareció por primera vez en Lingüística³⁵. T.S. Kuhn en 1962 publicó un libro: 'La estructura de las revoluciones científicas'³⁶ (2004), que marcó un hito en la sociología del conocimiento y en la epistemología; significó, además, la popularización de los términos paradigma y de cambio de paradigma.

En su libro definió paradigma como:

los logros científicos que **generan modelos** que, durante un período más o menos largo, y de modo más o menos explícito, **orientan el desarrollo posterior** de las investigaciones exclusivamente en la búsqueda de soluciones para los problemas planteados por estas.

Su interés inicial fue buscar una forma de explicar el desarrollo del conocimiento científico, elaborando una teoría distinta de las vigentes hasta el momento, principalmente las de K. Popper, I. Lakatos, P.K. Feyerabend. Para Kuhn, la

³⁴ Paradigma es un término de origen griego, "parádeigma", que significa modelo, patrón, ejemplo.

³⁵ Segunda mitad siglo XIX.

³⁶ Su formación inicial fue la de físico, condición que ayuda a entender su planteamiento; posteriormente se pasó al campo de historia de la ciencia.

historia de la ciencia se encuentra marcada por largos periodos de perfeccionamiento estable, que él denomina 'ciencia normal', y que se ven sistemáticamente interrumpidos por cambios bruscos de una teoría a otra, sin ninguna posibilidad de comunicación entre ellas. A estas bruscas interrupciones, Kuhn las denominó 'revoluciones científicas'.

La característica más importante de la ciencia normal es la existencia de un 'paradigma'.

El cambio de un paradigma por otro no ocurre debido a que el nuevo paradigma responde mejor las preguntas que el viejo. Ocurre más bien debido a que la teoría antigua se muestra cada vez más incapaz de resolver las anomalías que se le presentan, y la comunidad de científicos lo abandona. Las revoluciones ocurren porque un nuevo logro o paradigma presenta nuevas formas de ver las cosas y crea nuevos métodos de análisis y nuevos problemas a qué dedicarse.

Dado que diferentes paradigmas se enfocan y parten de diferentes problemas y suposiciones, no existe una medida común de su éxito que permita evaluarlos o compararlos unos con otros³⁷.

Debido a esta característica, la falta de conceptos con significado común entre teorías, **la transición de un paradigma a otro ocurre de una manera radical y repentina**. Casi se puede decir que ocurre de manera irracional.

Con esta perspectiva, el cambio de paradigma 'mide' la intensidad de un determinado cambio, dando lugar a lo que se suele denominar 'cambios estructurales'; es decir, **cambio del modelo vigente, más que cambios en el modelo que predomina**. Cada sociedad establecida tiene un paradigma, que intenta explicar o comprender el mundo en la época de vigencia de la misma; sirve 'para explicar las cosas', abordar los problemas encontrando soluciones, aporta un sentimiento de seguridad, y permite decidir 'lo que es correcto o

³⁷ Es lo que se denomina: 'inconmensurabilidad de los paradigmas'.

adecuado, y lo que no lo es'. Paradigma es, de manera simplificada, lo que 'nos permite conocer, interpretar y progresar en el mundo', estableciendo fronteras³⁸.

Existen distintos tipos de paradigmas³⁹, que se aplican a diversos campos del quehacer humano y científico, dando lugar a paradigmas sociales, económicos, culturales, educativos, tecnológicos, etc.

Para comprender el mundo⁴⁰ de hoy y prever el de mañana (que ya 'no es el que era') sería necesario conocer cuál es el paradigma a que dan lugar los cambios que están ocurriendo y que nos hacen transitar de la sociedad industrial a una sociedad posindustrial. Se trata de un proceso en construcción, ya que no se tiene todavía la perspectiva necesaria para establecer un nuevo marco teórico y conceptual que explique lo qué está ocurriendo en el mundo y qué pautas comienzan a ser cada vez más comunes y nuevas para tomarlas como modelo.

Intelectualmente, los pensadores visionarios con formación en sociología, filosofía o antropología son los más preparados *a priori* para dar una visión en conjunto de un paradigma que permita comprender el mundo en un momento determinado de la humanidad.

Se ha elegido la propuesta de A. Touraine, que es la más sistemática y última que se considera conocida⁴¹.

³⁸ Señala como debemos comportarnos dentro de las "fronteras", que no se pueden traspasar (*not thinking out of the box*).

³⁹ P.e.: positivista o empírico, interpretativo, socio crítico, de enfoque de la investigación etc.,

⁴⁰ Y determinar, por ejemplo, qué educación y formación se requiere para las personas que habitan en el mismo, con qué problemas se encontrarán, como podrán abordarlos, cuáles serán las pautas de éxito, o el propósito y sentido que pueden darle a su vida, y que "los otros" sean conscientes de dicha diversidad.

⁴¹ Se considera que, en la sociedad del conocimiento, es un buen y posible ejercicio de libertad y rigor intelectual contrastar informaciones de planteamientos antagónicos. Las personas tienen acceso a gran cantidad de datos, información y conocimiento, por lo que es muy importante conocer la fiabilidad, orientación ideológica, procedencia y confianza de las fuentes de información que utiliza; de esa forma, con su reflexión y valores, puede ir conformando su propio posicionamiento ante la realidad y el futuro.

Touraine: las claves para comprender el mundo de hoy

No se afirma que se trate del nuevo paradigma. A. Touraine lo desarrolla en su libro: “Un Nuevo Paradigma para comprender el mundo de hoy” (2005). Simplemente se presentan unas pinceladas⁴², a modo de ilustración:

Touraine divide su libro en dos partes, cuyos títulos son muy significativos:

- Cuando hablábamos de nosotros en términos sociales.
- Ahora que hablamos de nosotros en términos culturales.

A. Touraine afirmaba en una entrevista (El Cultural, 2017): “El análisis de la realidad social requiere un nuevo paradigma de pensamiento. Si la sociedad se estudiaba hace doscientos años en términos políticos, esto resulta ahora imposible”.

La revolución industrial y el capitalismo desplazaron, en su opinión, al poder político y se constituyeron en la base de la organización social. Las sociedades occidentales pasaron de un **paradigma político**⁴³ a otro **paradigma económico y social**.

Ahora bien, en pleno siglo XXI, en realidad lo que se precisa es un **análisis ‘no social’ de la realidad social**. Dicho análisis requiere construir un nuevo paradigma capaz de conceder toda su importancia a los problemas culturales (**paradigma cultural**). En el nuevo paradigma las cuestiones culturales cobran tal importancia que el pensamiento de la ciencia social debe organizarse ineludiblemente en torno a ellos”, Fig. 1.3.

⁴² Se recomienda leer la Introducción (págs.13-18) y A modo de conclusión (págs. 257-260) del mismo.

⁴³ En el que las categorías de análisis sociológico eran la paz frente a la guerra, el rey frente a la nación.

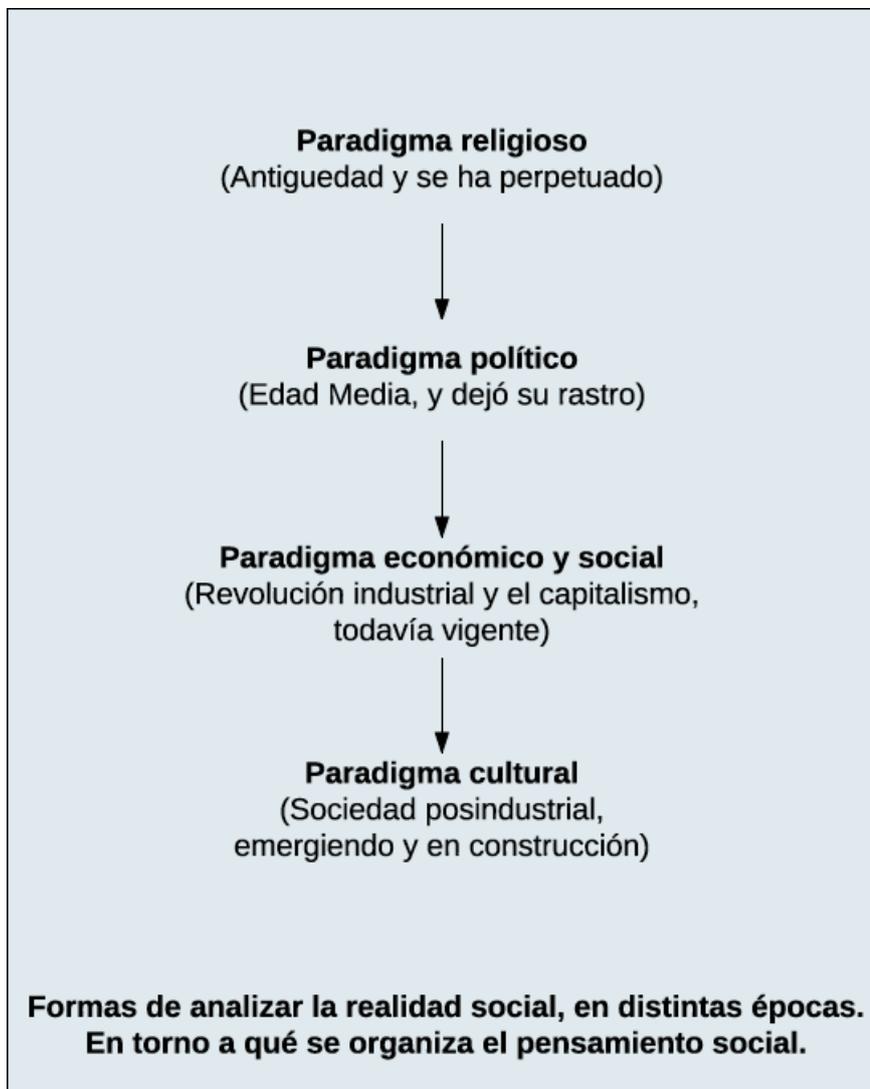


Fig. 1.3.- Evolución de los diferentes paradigmas, para comprender el mundo en que se impusieron.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Touraine (2005).

A. Touraine divide su nuevo paradigma en dos partes, que definen la estructura de su obra:

- El final de lo social y el conjunto de fenómenos de descomposición social y de resocialización que marcan el tránsito al siglo XXI.
- Nociones que están en el núcleo del nuevo paradigma: el sujeto y los derechos culturales.

Para A. Touraine:

la globalización es vista como una forma extrema de capitalismo que separa la economía de las instituciones sociales y políticas. La primera consecuencia de todo ello es la fragmentación de lo que antes se denominaba la sociedad y el derrumbamiento de las antiguas categorías. La segunda es el triunfo de un individualismo que, además, propician los medios de comunicación y la publicidad.

Touraine muestra una doble preocupación ante el fenómeno de la globalización y la pérdida de lo social a manos de un sujeto que se erige como verdad última.

En A. Touraine (2005), al contrario que en otros pensadores (como Z. Bauman, por ejemplo), no todo es pesimismo:

Sobre el individualismo se eleva el deseo del ser humano de constituirse en actor y sujeto de su propia existencia. Dicho sujeto es capaz de crear instituciones y 'reglas de derecho', que sostengan la urdimbre de su propia libertad y de su creatividad. Familia e **instituciones educativas** constituirían dos ejes básicos sobre los que **construir un nuevo dinamismo social**, en el que las **mujeres** habrían de desempeñar un papel crucial, capaz de recomponer lo que el modelo occidental ha destruido.

Conviene destacar, en este nuevo paradigma: "La importancia de lo femenino como factor multiplicador de un cambio que alcanza su paradigma en las distintas expresiones de la cultura".

En su libro defiende:

"...cambiamos de paradigma en nuestra representación de la vida colectiva y personal"; "pasamos de un paradigma a otro, de un lenguaje social sobre la vida colectiva a un lenguaje cultural. Este paso se acompaña de una mutación provocada por el rápido desarrollo de una

relación directa del sujeto consigo mismo, sin pasar por los intermediarios meta sociales derivados de una filosofía de la historia”.

El centro del nuevo paradigma está en **el sujeto** y los **derechos culturales**.

Para A. Touraine **EL SUJETO** es: “la afirmación, de formas cambiantes, de la libertad y la capacidad de los seres humanos para crearse y transformarse individual y colectivamente”. La creación del sujeto es lo que él denomina la subjetivación.

Los **DERECHOS CULTURALES** a conseguir son:

los de las mujeres (igualdad de hombres y mujeres, pero combinada con la diferencia); por debajo de este nivel se encuentran todos los movimientos sociales de defensa de minorías: nacionales, religiosas, étnicas, lingüísticas, sexuales. El otro gran derecho o movimiento es el ecológico.

La parte más interesante para los sociólogos es el reconocimiento de la diversidad de las especies, a nivel vegetal, animal y humano, junto con la defensa de las especificidades de las culturas y de cada individuo contra la globalización. Y así nos acercamos al tema central: **’o generalizar las normas de producción y consumo o aceptar y fomentar la diversidad’**, lo cual afecta a comportamientos y valores.

En la Fig. 1.4 se visualizan los temas principales de su reflexión, tal como aparecen en “A modo de conclusión” de su libro (2005).

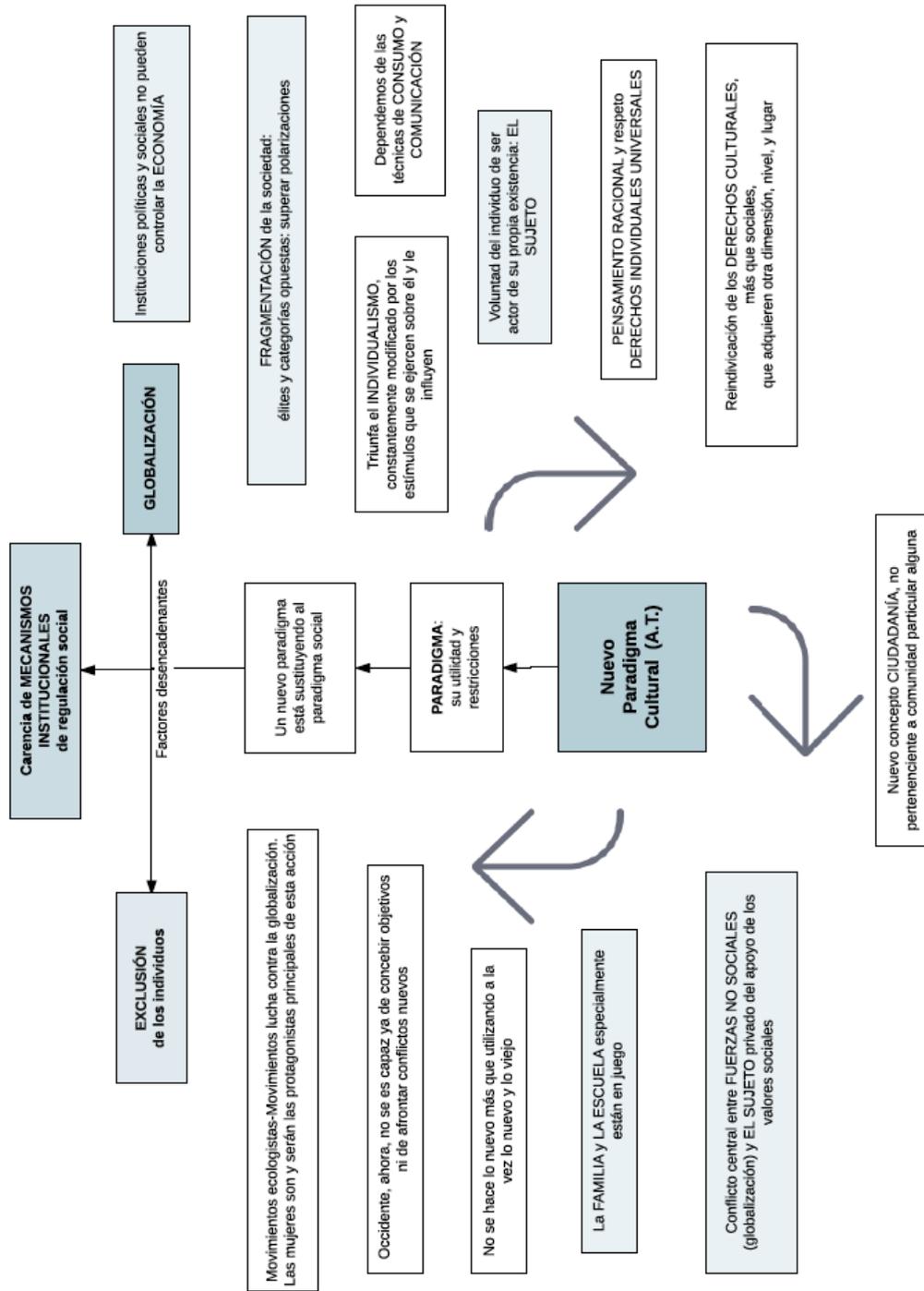


Fig.1.4.- Síntesis del nuevo paradigma cultural propuesto por A. Touraine
Fuente: Elaboración propia a partir de "A modo de conclusión" (2005)

I.6.- Conclusiones

Se desea terminar este capítulo con una reflexión personal⁴⁴, acerca de hechos que ya se están dando, independientemente del constructo teórico que pueda establecerse y, por lo tanto, al margen de cualquier ideología específica. Se trata de hechos reales para los cuales puede existir un acuerdo más tácito que explícito.

Se tratan de piezas del rompecabezas que deberían poderse interpretar y situar en cualquier paradigma que se defina para comprender el mundo de hoy. Vale la pena arriesgarse, aún a cuenta de poder equivocarse, ya que es este momento es difícil distinguir causas de efectos.

Para ello se propone el mapa conceptual representado en la Fig. 1.5. Lo resaltado en fondo de color ocre son reflexiones puramente personales, fruto de la observación directa y la reflexión; las de fondo azul claro representan aspectos relevantes para el marco conceptual que se desea construir en esta tesis.

⁴⁴ Expresada en forma visual.

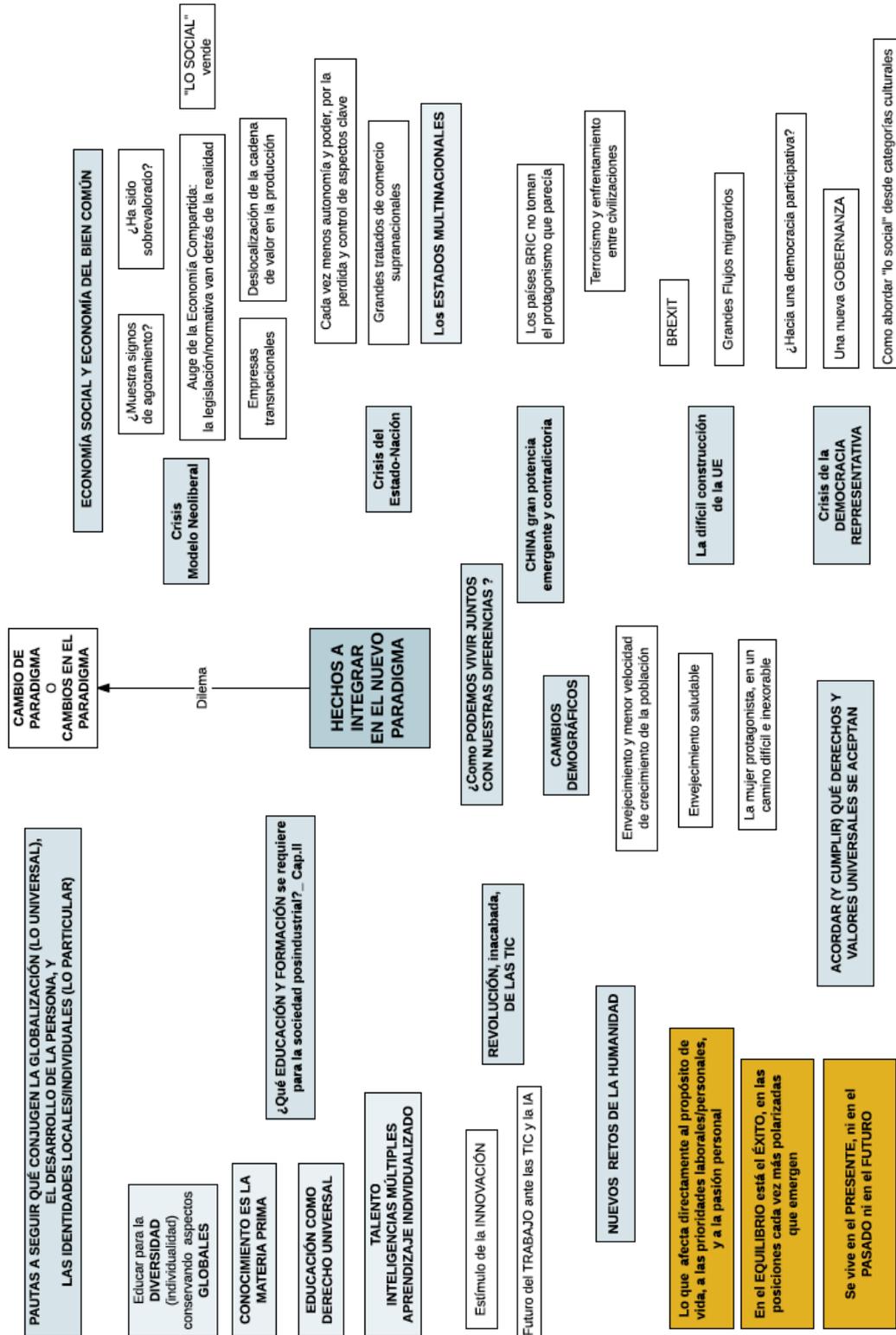


Fig. 1.5.- Algunos hechos, que ya se dan, a integrar en el nuevo paradigma que convive con el anterior.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la Fig. 1.6. se muestran los que se pueden considerar grandes ejes del entorno, en los que encajar la investigación teórica de esta tesis. En la misma, para referirse al ser humano (en su doble vertiente de individuo y persona), el SUJETO de A. Touraine, se añaden connotaciones sociológicas a la vertiente individual. Esta figura se completará en el capítulo siguiente, Fig.2.2, (§ II.2.).

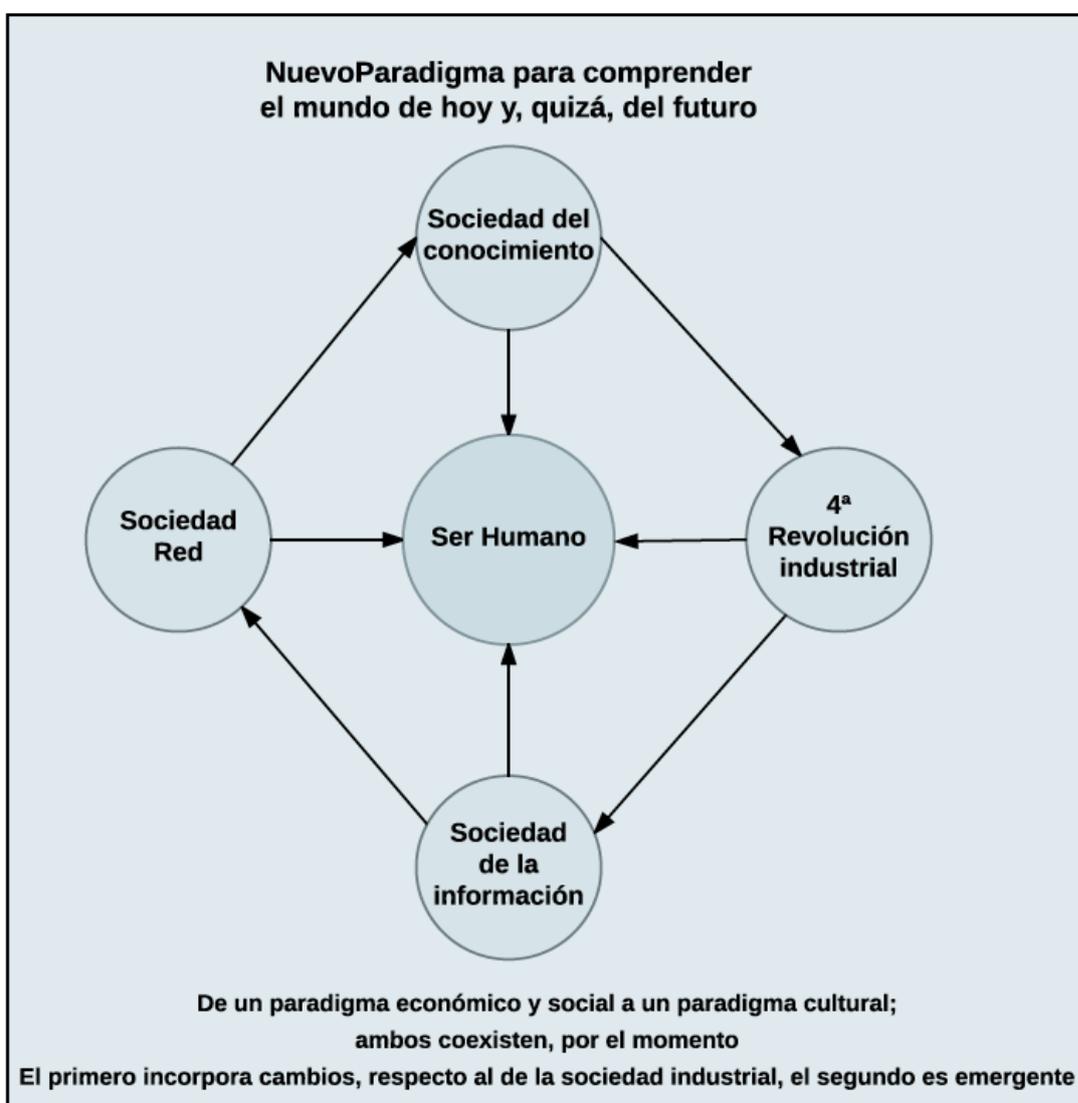


Fig.1.6.- Marco general del fundamento conceptual de la tesis.

Fuente: Elaboración propia.

Los objetivos, problemas, reflexiones y sugerencias que se incluyen en esta investigación teórica (Capítulos del I al VI) tienen lugar en este nuevo contexto y en este paradigma en construcción (y no consensuado), del que muchas personas pueden no ser racionalmente conscientes (agobiadas en superar los retos del 'día a día'), a pesar de 'vivir y sufrir' sus efectos en su cotidianidad individual y colectiva.

El enfoque de la investigación teórica se centra, a partir de ahora, en los aspectos concretos de la Educación y Formación y en los posibles paradigmas y soluciones parciales propuestas hasta el momento.

Capítulo II

El ser humano: educación, pedagogía
y formación para el mundo de hoy

CAPÍTULO II

EL SER HUMANO: EDUCACIÓN, PEDAGOGÍA Y FORMACIÓN PARA EL MUNDO DE HOY

A MODO PREVIO

El mapa conceptual de la orientación dada a este capítulo se muestra en la Fig. 2.1.

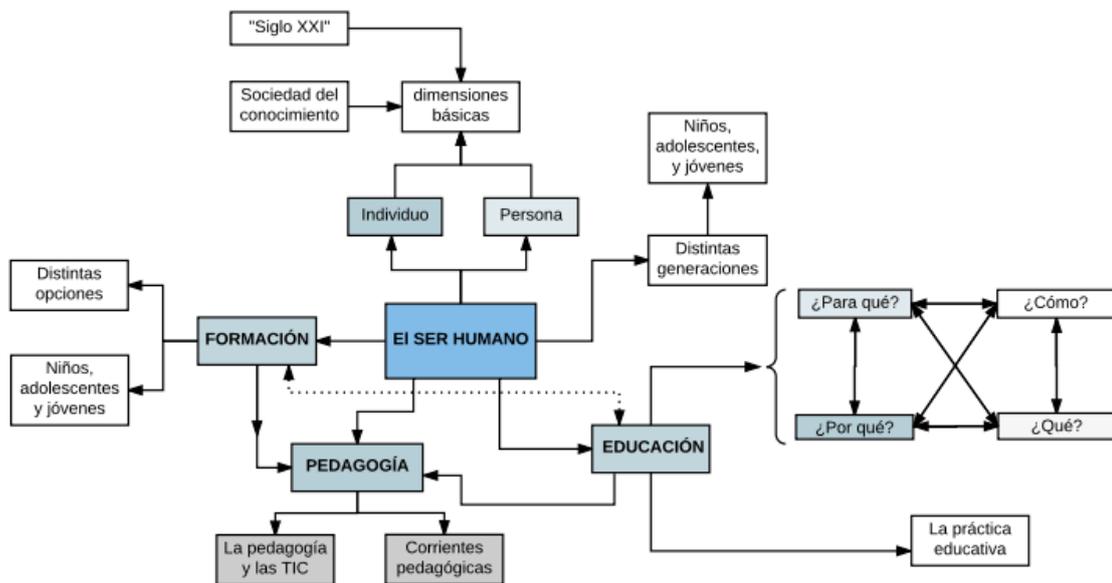


Fig.2.1.- Mapa conceptual del Cap. II

Fuente: Elaboración propia.

Una vez establecido el contexto, parece lógico analizar, reflexionar y proponer: ¿Qué se puede entender que es una 'persona educada y formada' en/para el mismo? ¿Qué educación y formación es necesaria para el siglo XXI?

El conocimiento, patrimonio de la especie humana, es el nuevo y gran activo de las personas, de la sociedad y de las naciones; un activo distinto al de épocas anteriores de la humanidad, que coexiste con activos anteriores cada vez más inciertos.

Este desarrollo, crecimiento, evolución y adaptación tiene lugar mediante la educación y la formación, apoyadas en un modelo y práctica pedagógica concreta. Por ello, simplemente se citan -por ser conocidas- cuestiones esenciales y básicas de la educación, de la pedagogía y de la formación, desde diferentes perspectivas y se hacen propuestas concretas desde la subjetividad reflexiva.

La pregunta clave es: ¿cuál es la educación y formación que necesitan los individuos y las personas para alcanzar la finalidad que se planteen en la vida, la cual les es impuesta explícita o implícitamente en muchas ocasiones? La aproximación se realiza intentando responder a las preguntas: ¿para qué?, ¿por qué?, ¿cómo?, y ¿qué?, en cuanto a la educación y formación para el siglo XXI.

Al encontrarnos en un entorno VUCA, se necesita que dicha educación sea integral; es decir, que se desarrollen armónica y equilibradamente todas las dimensiones del ser humano.

La Fig. 1.6 del capítulo anterior se puede complementar y enriquecer con aspectos que se desarrollan en este, y quedaría como se indica en la Fig.2.2.

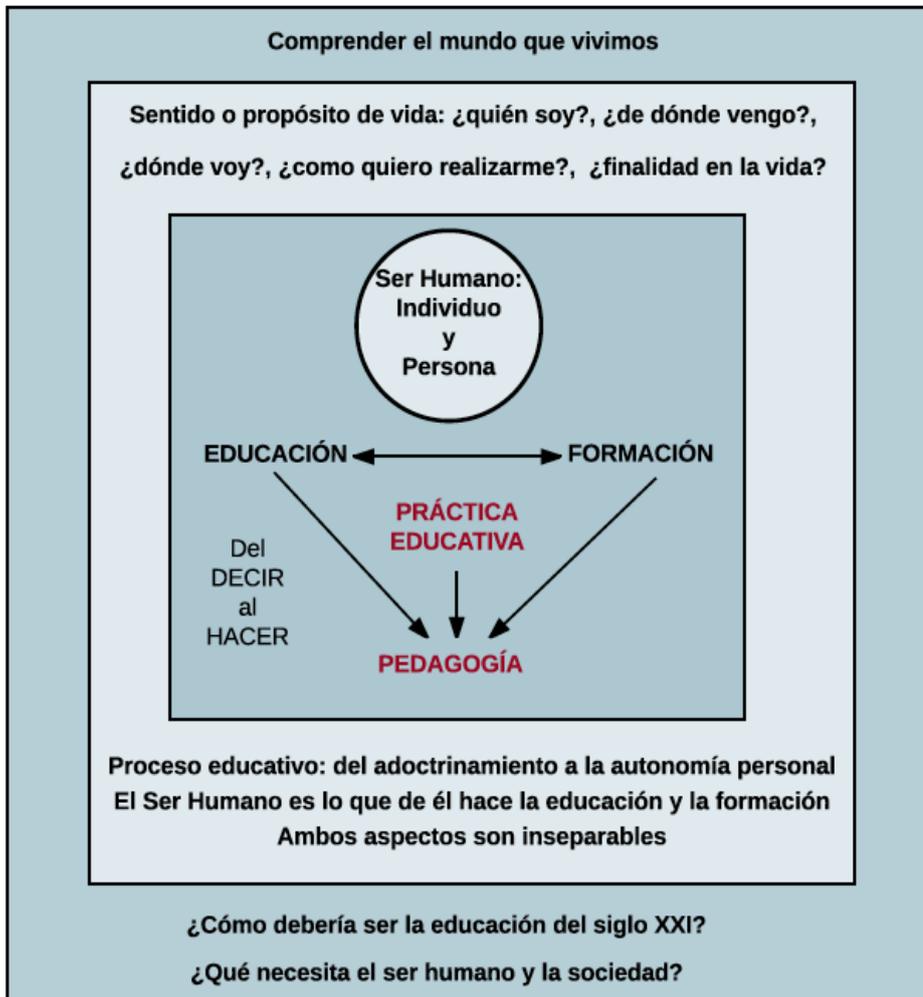


Fig.2.2.- Los grandes ejes del marco conceptual en una escala menor

Fuente: Elaboración propia

Los aspectos tratados en este capítulo no forman parte, normalmente, de la reflexión de la constelación de agentes de interés que tienen relación directa con la educación y la formación. Se trata de: su finalidad, propósito o razón de ser; de diferentes concepciones de la misma; de la diferencia entre educación y formación; de la necesidad de cambios, y ¿de qué cambios?; de las alternativas de pedagogías; de la subjetividad de ciertos planteamientos; de la viabilidad de un pacto por la educación; etc.

II.1.- Una metodología inquisitiva¹

Parece más apropiado este método, en un momento en el que existen más preguntas que repuestas, y de que estas –como se indicó en el Capítulo I- pueden cambiar rápidamente con el tiempo.

II.1.1.- Los círculos virtuosos² de la educación.

A lo largo de este marco conceptual se va a adoptar a menudo un método para ‘hacer con orden’, basado en preguntas. El mismo se sintetiza en la Fig. 2.3.

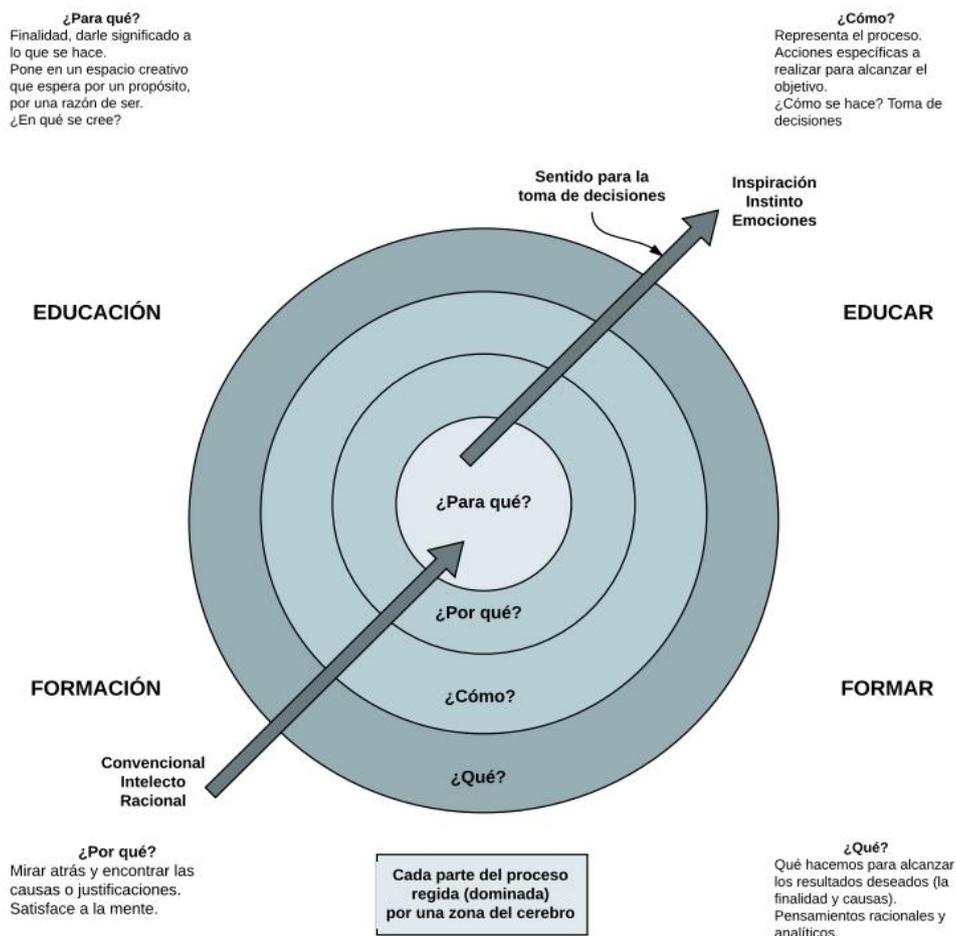


Fig.2.3.- Propuesta de cómo abordar la Educación y Formación para la acción

Fuente: Adaptación propia a partir de S. Sinek (2009)

¹ Pertenciente o relativa a la indagación o la averiguación.

² Un círculo virtuoso es una serie de acciones o hechos encadenados, en la que uno conduce a otro de modo que se repiten una y otra vez.

Se trata de hacérselas ante las cuestiones básicas y fundamentales de esta investigación teórica; estas son las cuatro preguntas que se muestran en la figura. Es decir, cuál es la respuesta por la que se opta y/o mostrar algunas de las posibles respuestas que proponen. El método es un tanto socrático, que no se llega a culminar en este trabajo. En el caso de Sócrates (“no merece vivirse una vida sin inquirir, investigar, escudriñar con diligencia y cuidado las acciones”) incluía el diálogo, la ironía y la mayéutica; y buscaba mediante la inducción las definiciones universales como garantía del conocimiento.

En la figura se ha incluido el alcance de cada una de las preguntas. Todas son importantes, aunque quizá el ¿para qué? -a veces difícil de distinguir del ¿por qué?- es la más relevante; sobre todo en relación al alcance de las preguntas de este capítulo, referidas a la educación, la pedagogía y la formación.

El ¿por qué? alude muchas veces a las causas externas que llevan a tomar una decisión. Es una pregunta que carece del significado y emoción que tiene el ¿para qué?; mientras que esta pregunta responde al corazón, la otra responde a la mente.

Otras preguntas importantes para este marco son: ¿cuándo?, ¿dónde? y ¿de quién?; aunque a nivel de este capítulo no se abordan de forma directa, como sí se hará en los siguientes.

Si hay que lograr una educación integral del ser humano, parece necesario conocer cuáles son sus principales dimensiones y cómo se puede abordar su desarrollo. Para no extenderse se recurre a su síntesis, mediante la elaboración de mapas conceptuales propios.

II.1.2.- Las distintas generaciones de la sociedad actual: generación Y, generación Z, generación α .

La investigación teórica pretende incluir a todas las personas de la ‘nueva sociedad’ que está emergiendo; no puede ser de otra forma cuanto la ‘materia

prima' del mismo es el conocimiento, y las personas son su núcleo y razón de ser en la Sociedad del Conocimiento. Es decir, está dirigido a todas las generaciones³ que conforman la sociedad actual, Tabla 2.1.⁴

No obstante, en dicha Tabla se han resaltado las generaciones más jóvenes: las generaciones Y, Z y α ; y de forma especial las dos últimas, que son objetivo de esta tesis.

Se ha fijado la atención en las personas nacidas entre 1990 y 2010, que se corresponden a parte de la generación conocida como la de los **Milenials**⁵ (1980-2000) y a parte de las posteriores. A estas generaciones, posteriores a la **Generación Y**, ya se ha aventurado a denominarlas **Generación Z** y **Generación α** , que son los nacidos después del año 2000. La **Z** es la que se encuentra ahora cursando Educación Primaria, Secundaria, Bachillerato o FP.

Tabla 2.1.- Cohortes de las distintas generaciones, desde una perspectiva propia de occidental.

Fuente: Elaboración propia.

Nombre	Otras denominaciones	Edades (años)	Período Nacimiento (años)
Generación α	Gen. Emergentes Sin denominación	Menores 7 años	A partir de 2010
Generación Z	<i>iGen Centennials, Boomlets</i> Generación conectada	7-17	2000- 2010 (después del 2000)
Generación Y	<i>Millennials</i> (milénicos), <i>Gen Me, Internet Generation, Baby Boomlets</i>	17-37	1980-2000
Generación X	<i>Xers, PostBoomers</i>	38-52	1965-1979
Generación de la explosión demográfica	<i>Baby Boomers, "Me" Generation, Moral Authority</i>	53-71	1946-1964
Generación de los mayores	Generación silenciosa, <i>Builders, Tradicionalists, Maduros</i>	Mayores de 72 años	Antes 1945

³ Una generación está formada por el grupo de personas nacidas en un período de años cercanos y que han crecido en lugares próximos, que comparten entornos culturales bastante parecidos. Las personas de estas "cohortes de nacimiento" presentan características similares y valores a lo largo de su vida (página corporativa *The Center For Generational Kinetics*). Esta definición, y más en el momento actual y referida sobre todo a las generaciones más jóvenes, precisa de muchas matizaciones, que no son pertinentes en esta tesis.

⁴ Existen diferencia, en los años que las delimitan, entre unas fuentes y otras; las fechas hay que tomarlas a modo orientativo y flexible.

⁵ Fundeu (el diccionario del español urgente) recomienda la denominación milenial o milénico, para denominar en español a los llamados *millennial* en idioma inglés.

Se trata de una generación relevante, que ha merecido muchos análisis y atención, a pesar de que sus tasas demográficas vayan en descenso⁶ respecto a momentos anteriores de la humanidad.

Se insiste en las distintas franjas de edades, ya que esta tesis pretende en su investigación teórica -(Capítulos I, II, III y IV)- abarcar a todas ellas; y en parte - (Capítulos V y VI)-, a las generaciones que, en una nomenclatura más propia de España, se han denominado de niños, adolescentes y jóvenes. Su parte empírica se ha desarrollado con niños de 6º de Primaria.

Todas las generaciones admiten segmentaciones, en forma de diferentes subgrupos, al menos en las cohortes por edades; en este caso son especialmente relevantes las relacionadas con la generación Z e Y, Tabla 2.2⁷.

Se recomienda acceder a la página corporativa del *Pew Research Center* (web) para ampliar en todos los aspectos relacionados con las diferentes generaciones,

Tabla 2.2- Identificación de posibles subgrupos para las generaciones Z e Y.

Fuente: Elaboración propia

Generación	Subgrupos	Edades (años)	Período nacimiento (años)	Terminología usual en España	
Generación Y	Milénicos Mayores	37 (40)-30	1980 (1977) -1987	Adultos Jóvenes	
	Milénicos Jóvenes	29-22	1988-1995	Juventud plena (20-24)	
Generación Z	AdolescenciaTardía	21-17	1996-2000	Adolescencia (10-19)	Juventud (10-24)
	Adolescencia Media	16-12	2001-2005		
	Adolescencia temprana	11-10	2006-2007		
	Niñez	9-7 (6)	2008-2010 (2011)	Segunda infancia	Infancia (2-10)

⁶ En el mundo occidental y, especialmente, en España.

⁷ Se ha tratado de ajustar las edades, para adaptarlas a las cohortes más comunes en España (identificadas, aproximadamente por períodos de escolarización); aunque aquí también existe diversidad de criterios en cuanto a la duración de los subgrupos de cohortes.

Las fronteras entre generaciones suelen ajustar las fechas a algún hecho ocurrido que se considere relevante. Las características y aspectos diferenciales dependen mucho -sobre todo en las generaciones Y y Z- de las diferentes culturas y subculturas (ascendientes y ambientes familiares, tradiciones, creencias, países, ciudades e incluso barrios; etc.).

La generación de milénicos (*millennials*) es la generación más consistente globalmente en este momento, en cuanto a compartir características propias comunes⁸.

II.2.- El Ser Humano: el individuo, la persona y sus entornos

En este apartado se desea -de manera general, simple, breve, sintética y visual- responder al ¿para qué? y al ¿por qué? de la educación, teniendo en cuenta su principal agente: **EL SER HUMANO**, como individuo y como persona.

El proceso de transformación del hombre, como individuo de la especie humana, en persona se desenvuelve en dos planos diferentes, que se relacionan e interfieren:

- El progreso del hombre hacia la sociedad de personas.
- El progreso del individuo hacia su propia personalidad, como ser racional, dotado de vida, sensibilidad, libertad y conciencia, junto a inteligencia y voluntad.

La persona se comprende siempre en relación con una alteridad⁹; sobre el individuo se piensa siempre en relación con sí mismo.

⁸ Es una de las generaciones que despierta mayor interés en los medios, y de mayor protagonismo social, cultural y comercial.

⁹ RAE: condición de ser otro o distinto.

Para profundizar en estos aspectos se recomiendan dos fuentes, desde posicionamientos personales e ideológicos distintos: Gustavo Bueno (1996a), (1996b), (1980); y Jacques Maritain (1936), (1939), en A. Díaz, (2006)

En un contexto como el actual parece importante tener una perspectiva, aunque sea simplificada, de las dimensiones básicas para un desarrollo humano integral y equilibrado.

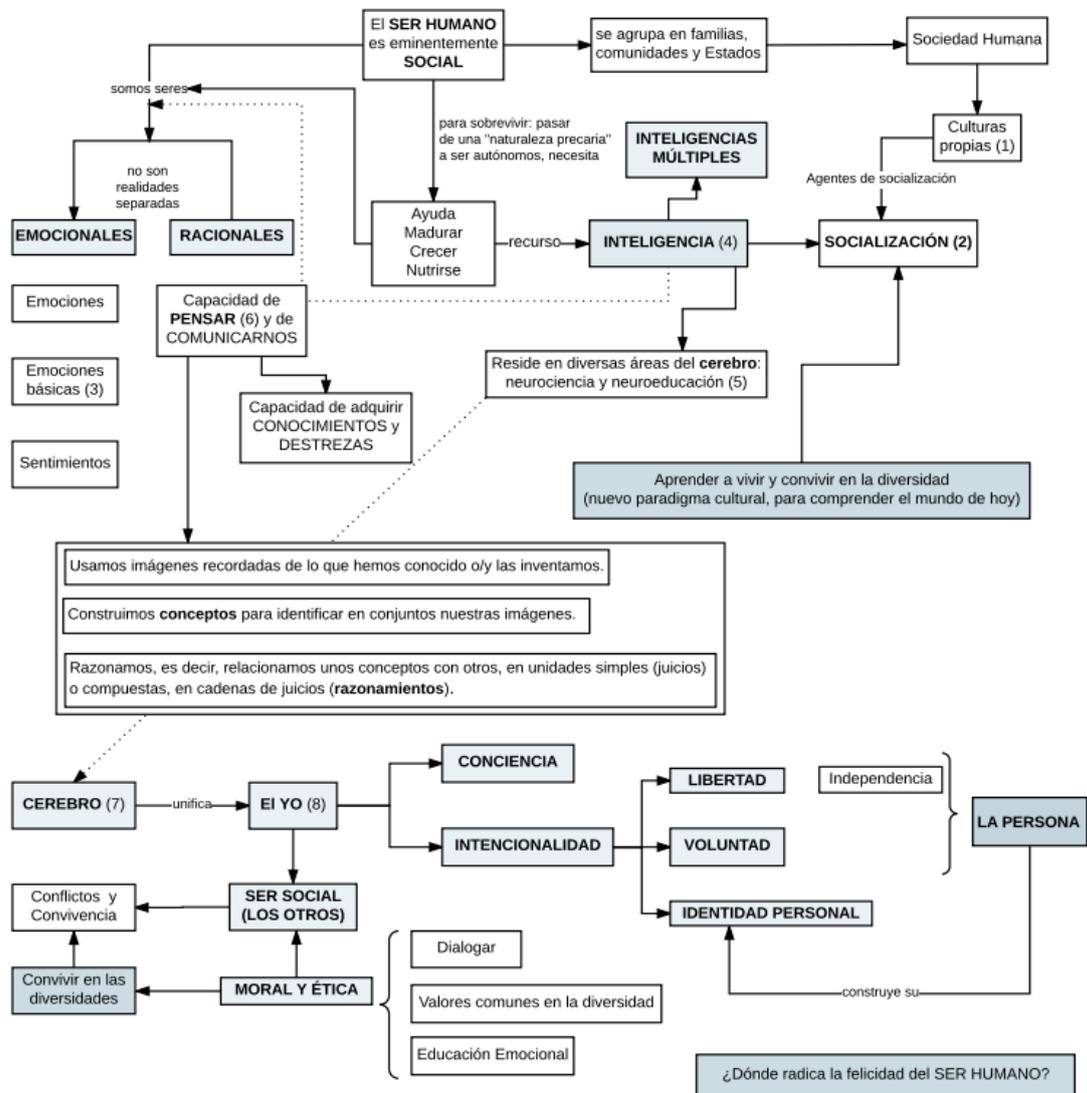
Para tener 'una descripción elemental del ser humano', se ha elaborado el mapa conceptual de la Fig. 2.4.

La Fig.2.4. resalta el ser humano con dos dimensiones básicas: la racional y la emocional, con la conciencia, la libertad y la voluntad para tomar decisiones¹⁰; con personas que, de manera innata, bien tienden hacia el optimismo o hacia el pesimismo. Este aspecto influye mucho en la educación¹¹, tanto en el que aprende como en el profesor.

Distintos apartados de la figura se tratan a lo largo de este capítulo y, especialmente, en el siguiente (p.e., lo relativo a la inteligencia y sus tipos).

¹⁰ Todo ello trascendental al tratar de la educación y formación.

¹¹ Existen razones para rechazar el pesimismo, ya que la persona tiene tendencia hacia lo que le es (o cree que le es) beneficioso.



- (1) Una cultura es un conjunto de elementos (básicamente: objetos, costumbres, reglas e ideas) creados por el hombre y que han de ser aprendidos.
- (2) Proceso por el que un individuo va adquiriendo destrezas y conocimientos que lo van integrando a los grupos más o menos amplios con los que se identificará en mayor o menor medida.
- (3) No existe acuerdo generalizado acerca de cuáles son; en principio se consideran las seis tradicionales.
- (4) Capacidad que un ser vivo tiene de resolver problemas por medio de acciones que no están programadas de modo instintivo.
- (5) Nueva etapa (propiciada por los avances en la Neurociencia) para poder conocernos a nosotros mismos, para entender mejor cómo funcionamos y aplicar ese conocimiento a áreas tan diversas como la economía, la cultura y la educación.
- (6) Capacidad para usar imágenes recordadas o inventadas para representar el mundo. Permite predecir el futuro, es decir, hacer suposiciones sobre las consecuencias de lo que ve y de lo que hace, y trabajar con esas suposiciones en la mente.
- (7) En su memoria abarca un montón de vivencias, que nos permiten anticipar y predecir.
- (8) "la mente", "la conciencia" o "el sujeto consciente"

Fig.2.4.- 'Descripción' elemental del ser humano en sus dimensiones racional, afectiva y social.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Intef, MECD, 2016.

La Fig. 2.5. “muestra las ‘dimensiones básicas’ de la educación para un desarrollo humano, integral [y equilibrado]”. Las Fig. 2.4. y 2.5. se consideran complementarias y pertinentes para abordar el resto de esta investigación teórica.

A la vista de la Fig. 2.5. surgen diversas preguntas y reflexiones:

- Teniendo en cuenta que las dimensiones son inseparables, ¿qué dimensiones de las mismas corresponden, fundamentalmente y en práctica, al proceso educativo y cuáles al formativo?
- Hay que tener en cuenta que en la nueva sociedad el desarrollo integral de la persona tiene lugar a lo largo de toda la vida.
- En dicho proceso (p.e.: debido a los años y educación adquirida), la relación armónica entre las distintas dimensiones cambia. Cada una de ellas puede ser más importante o prioritaria en determinados momentos y edades. El ser humano debe saber cómo aprender por sí mismo, y debe guiarse de otras personas en las que confíe y crea¹².
- La formación del carácter y de la personalidad son aspectos esenciales a contemplar. Es cierto que se conforman en edades tempranas, pero se cree que cada vez estas pueden ser menos determinantes, ya que las personas necesitan flexibilidad y adaptación al medio; además, el encuentro de cada persona con su **pasión** se da en la vida a edades más tardías.
- Al plantear esta reflexión se repara en la importancia y necesidad de disponer de una verdadera, justa, eficiente, y eficaz igualdad de oportunidades. Una igualdad de oportunidades acompañada de una cercanía y comunicación del profesor con cada alumno.

¹² De ahí la importancia creciente de las tareas de consejero, guía, maestro, padrino, etc. (*mentor*, más que *coach*, en idioma inglés).

- La **equidad** es cada vez más importante y trascendente. Es un concepto que hay que entender bien y no contraponerlo al de calidad en la educación.

Las dimensiones no cognitivas determinarán la necesidad de desarrollar lo que en el Capítulo V se denominarán 'competencias blandas'.

En la figura se destaca el entorno en que tiene lugar la educación y formación.

El ser humano, en el proceso de desarrollo de sus dimensiones básicas, pasa de una primera etapa de adoctrinamiento (por parte de padres, familia, comunidades de pertenencia) a posteriores de autogestión, tanto más eficaz cuanto mejor educado y formado esté. Los entornos que le influyen en la nueva sociedad son cada vez más los que son menos tradicionales, en el concepto de las generaciones de personas más mayores; es decir, de sus padres y familiares.

Se está ya en condiciones de abordar los aspectos relacionados con la educación, la pedagogía y la formación, que inciden directamente en los objetivos de esta tesis.

SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

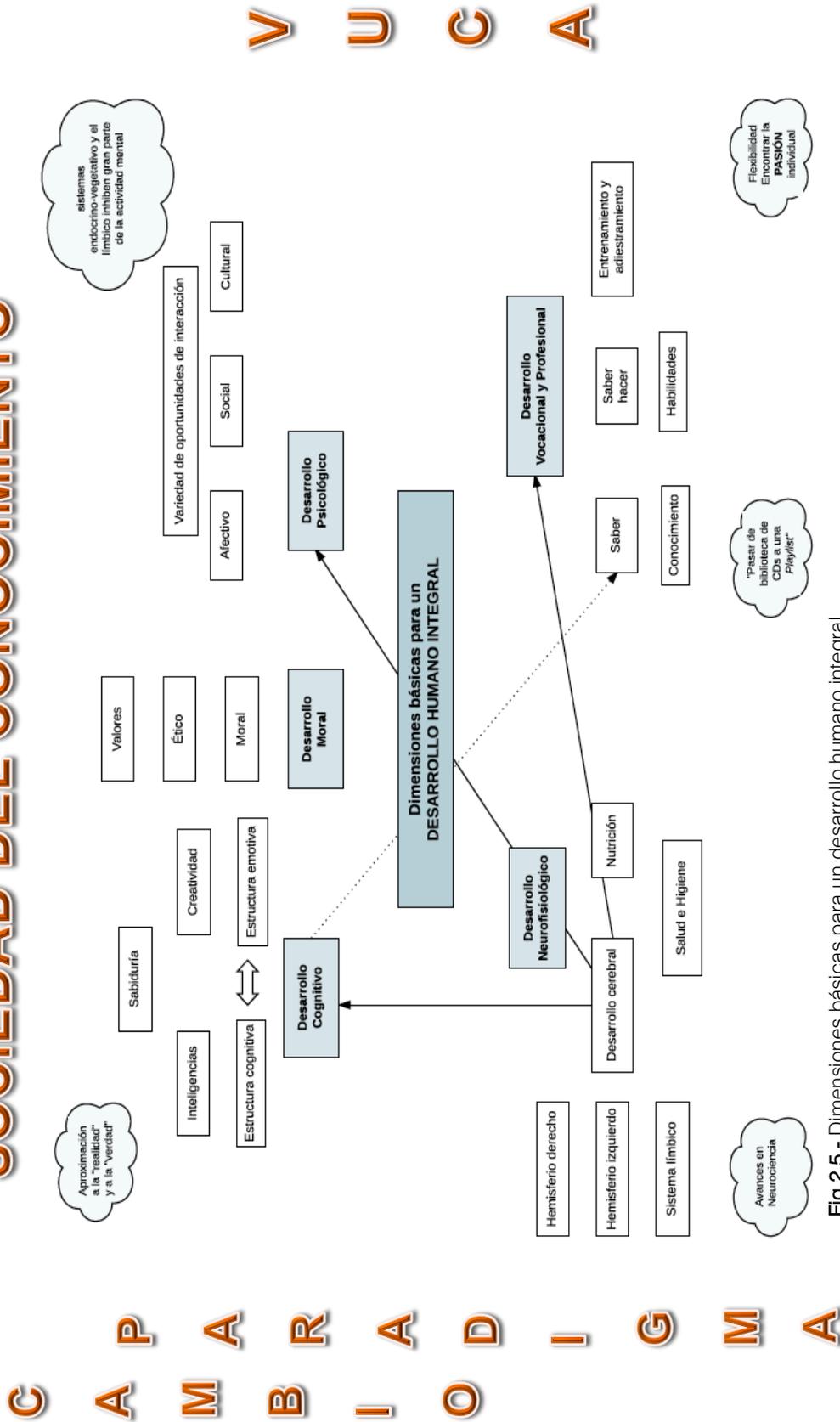


Fig.2.5.- Dimensiones básicas para un desarrollo humano integral
Fuente: Elaboración propia, a partir de Martínez Miguélez, (2009).

II.3.- ¿Qué se entiende por Educación?

Se parte de la convicción de que Educación y Formación son categorías diferentes para que el ser humano se desarrolle integral y armónicamente. Se trata de dos conceptos diferentes que a menudo se utilizan de forma indistinta¹³; lo cual no es extraño, ya que el sistema formal de educación y formación “los aborda” de forma conjunta¹⁴.

La educación se confunde, a menudo, con la práctica educativa, el sistema educativo formal, con la escolarización o la escuela, la docencia, la didáctica, el aprendizaje y la enseñanza, la organización escolar, etc. Y también se confunde con la pedagogía y el razonamiento pedagógico, aspectos estos que, por su proximidad a la educación y su importancia para esta tesis, se abordan en el apartado siguiente de este capítulo.

Se cree relevante precisar estos tres conceptos, ya que su comprensión determina luego el ¿cómo? y el ¿qué? de la educación y formación. Lo que se entiende por educación, su ¿para qué? y su ¿por qué?, determinarán las competencias que, cada país, comunidad educativa o persona consideren claves o básicas (Capítulo V). Hablar sobre el propósito (finalidad) de la educación ayuda a abrir las mentes y perspectivas de las familias, de las comunidades educativas y de cada persona.

Ir al diccionario para buscar el significado de la palabra ‘educación’ ayuda poco; ya que se trata de acepciones populares que hay que precisar y actualizar.

La educación tiene mucho de componente antropológico. Tan importante es conocer el ¿qué es?, como el ¿por qué? y, sobre todo, el ¿para qué?; sin olvidar el ¿cómo hacerlo? El ¿para qué? tiene mucho de subjetividad (personal y/o

¹³ En esta tesis se aplicará el mismo criterio, por comodidad, una vez establecida la diferencia entre ambos, ya que en la práctica se utilizan, como se ha indicado, de forma indistinta.

¹⁴ Aunque se opine que forma más que educa.

comunitaria), ya que está relacionado con la visión, intenciones, creencias o prioridades de cada entidad, escuela de pensamiento, religión, ideología, cultura, etc. respecto de la persona y la sociedad.

La educación está más relacionada con la 'reflexión' (las ideas) que con el hacer; el proceso educativo lo está con la 'acción'; es decir, con el hacer. En un momento en el que se necesita repensarla, buscar un nuevo paradigma, es necesario hacerlo desde la complementariedad de ambas visiones y perspectivas.

Resulta instructivo conocer el pensamiento, pasado y actual, de filósofos, psicólogos del desarrollo, sociólogos, pensadores y visionarios acerca de este concepto. Indudablemente no es posible hacerlo en esta tesis; por ello, se sustituye por la síntesis de la Fig. 2.6., en la que se incluye la selección de una serie de personas que se consideran relevantes por sus aportaciones.

Indudablemente, las preocupaciones y orientaciones de las distintas personas elegidas¹⁵ para ilustrar el concepto de educación y el sentido del cambio en la misma se desarrollan en diferentes niveles de la problemática, y sus prioridades obedecen al papel que le asignan al ser humano, individuo y persona en el mundo y al propósito de vida que guía a cada una de ellas. No obstante, se cree que forman un rico espectro por donde se debe desarrollar el nuevo paradigma de la educación, que está en construcción y conviviendo con el antiguo.

¹⁵ Existe gran diferencia de planteamientos y de propuestas cuando se trata de sociólogos, filósofos, pedagogos, practicantes de la educación (educadores y formadores), etc. Aparte de las diferencias inherentes a las distintas ideologías relacionadas con el hombre y la sociedad, y su sentido o modelo de vida.

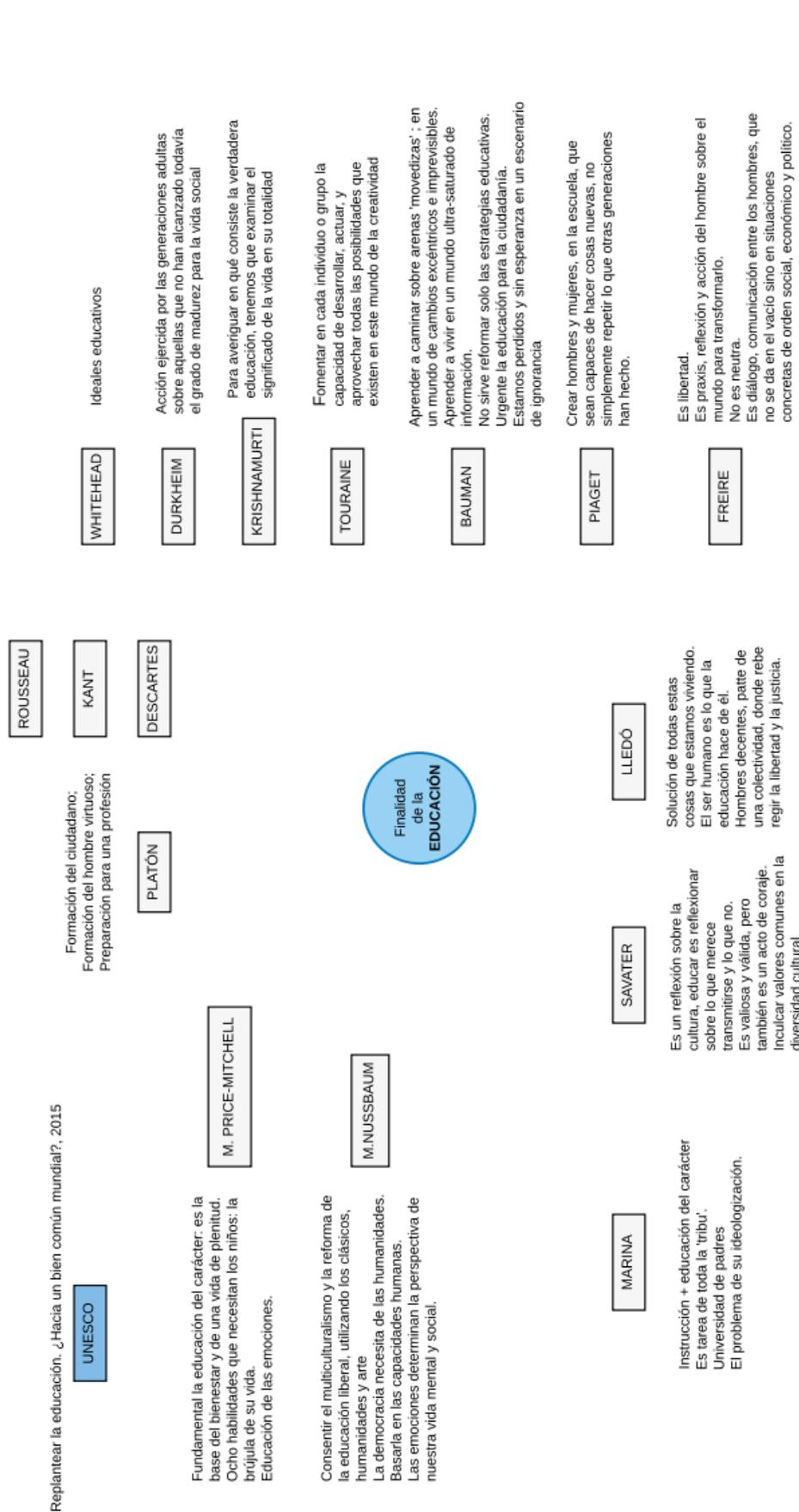


Fig. 2.6.- Algunas visiones, desde perspectivas diferentes, de la finalidad de la educación. Fuente: Elaboración propia, a partir de fuentes originales.

II.3.1.- La práctica educativa

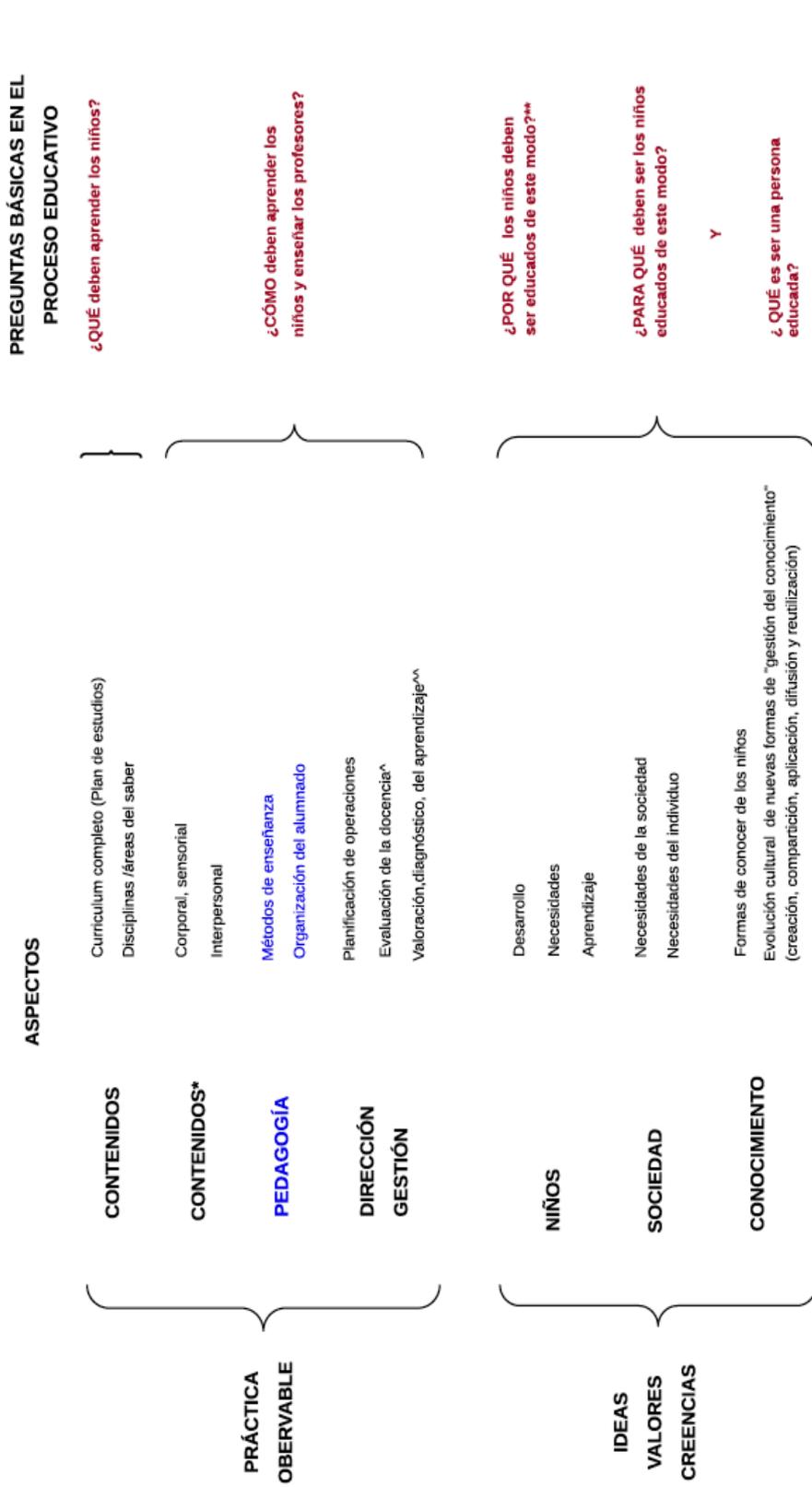
Del 'decir' acerca de la educación hay que pasar al 'hacer', que lo llevan a la práctica los educadores, maestros, profesores, expertos, orientadores, etc.

La educación se adquiere, en su etapa inicial al menos, a través de una práctica educativa formal, que para R. J. Alexander¹⁶ (1997) consta de siete aspectos interrelacionados, Fig. 2.7., dando al conjunto una estructura de red de geometría variable y conexión dinámico entre los nodos.

Aunque su campo de especialización es la educación primaria, sirve de modelo para cualquier nivel de la misma. A medida que se progresa en el sistema educativo formal, habría que matizar algunos de sus aspectos, así como cambiar el nombre de alguno de ellos.

En el marco para la práctica educativa de la Fig. 2.7. hay un aspecto de vital importancia: la Pedagogía a utilizar en la práctica educativa, que Alexander identifica mediante dos aspectos de la misma. Sin embargo, es conveniente dedicar un apartado a este aspecto de la práctica.

¹⁶ Educador y académico británico, especializado y autor de referencia para la educación primaria. Alexander describe las dimensiones de este marco como una lista de mínimos, más que como uno que abarque todos los aspectos de la práctica educativa.



Una aportación realizada ha sido la traducción libre y la actualización de palabras y conceptos utilizados por Alexander, no contempladas incluso en la adaptación que realizó en 2013 a su trabajo inicial de 2002.
 * Serían una parte de las competencias a adquirir (habilidades, formación carácter y personalidad, actitud, etc), parte complementaria de los contenidos estrictamente asociados a materias o disciplinas concretas.
 ^ y ^^ interpretación personal del significado diferente en educación de las palabras inglesas *evaluation* (^) y *assessment* (^^).

Fig.2.7.- Posible marco para la práctica educativa en niños, adolescentes y jóvenes

Fuente: Alexander (2002).

II.4.- ¿Qué se entiende por Pedagogía?

En España, al menos, es un término que ha perdido fuerza y actualidad, al haberse introducido el nombre de Ciencias de la Educación. No obstante, sigue siendo un aspecto importante de la práctica educativa, sobre todo en los primeros estadios del sistema educativo formal, y en los primeros cursos de todos ellos.

En este caso es necesario también no guiarse por el significado popular que aporta la RAE, y atender las aportaciones de académicos, expertos y practicantes. Fundamentalmente responde a las preguntas: ¿cómo aprender?, ¿cómo enseñar para que aprendan lo que se considera necesario y adecuado?

Watkins, Ch. y Mortimore, P. (1999) realizaron una revisión acerca de la literatura relacionada con la pedagogía, que es referencia en el campo, en la que afirmaban:

...los modelos pedagógicos, propuestos por académicos e investigadores, han aumentado en complejidad con el tiempo, llegando a incorporar en los mismos los desarrollos más recientes, por ejemplo, del cerebro (Neuroeducación)¹⁷ y del conocimiento (Metacognición)¹⁸.

Alexander, Fig.2.7., identifica la pedagogía¹⁹ dentro de la práctica educativa como compuesta por dos aspectos: los métodos de enseñanza y la organización de los que aprenden (aprendedores o aprendices). Se considera oportuna una precisión respecto al término, no orientada exclusivamente a la educación primaria y su pedagogía.

¹⁷ Capítulo IV.

¹⁸ Este párrafo es una traducción literal libre del correspondiente en la sección 1ª del Informe *Becta* (Cox, M. y otros, 2003) para el *Department for Education and Skills (DfES)*. *Becta: British Educational Communication and Technology Agency*. Este es un documento relevante para cualquier investigación relacionada con las TIC en la educación primaria y secundaria. Posteriormente se utilizará de nuevo.

¹⁹ De manera simplista, aunque válida para sus objetivos; para otros autores, algunos de los aspectos que él señala como diferentes, estarían incluidos en el de pedagogía.

En la definición de pedagogía, en intenso o en extenso, ayuda de poco el origen griego de la palabra, ya que ha quedado obsoleto. En la definición se sigue la reflexión de Watkins y Mortimore (1999), ya citada, con aportaciones propias:

- Es un término que ha pasado por distintas fases, en las que el foco se ha puesto en aspectos diferentes de la práctica educativa. Se ha entendido de forma diversa y cada vez más compleja a lo largo de la historia.
- La visión que tienen de ella los investigadores y académicos, los practicantes (profesores en el aula) y los representantes políticos (legislador y ejecutivo) es distinta. La diferencia en las visiones da lugar a distintas complejidades.
- Su concepto y uso debe adaptarse a los cambios, necesidades y oportunidades del momento actual, y que ya han sido señaladas. También se debe ser consciente que la naturaleza del trabajo está cambiando en todos los agentes implicados en la educación y formación. El desarrollo de estas actividades fuera del aula y, especialmente, en el lugar de trabajo son y serán cada vez más importantes.
- Los aspectos que afectan a la Pedagogía son:
 - Los profesores, de distinta naturaleza, que enseñan para que los alumnos aprendan.
 - Los contextos o escenarios en que se enseña y se aprende, que no son solo los tradicionales. Da lugar al cambio de roles, tanto en los profesores como en los que aprenden.
 - El binomio enseñanza-aprendizaje, influido por los desarrollos actuales de la neurociencia cerebral: cognitivos y metacognitivos; los que aprenden como constructores, también, del conocimiento; la comunicación entre los agentes activos del proceso es esencial y se apoya en diversos soportes físicos y personales.

Se trata de un binomio cada vez más inseparable, variable y diverso, a lo largo de la vida de cada persona. Cabe preguntarse: ¿el futuro de la educación estará protagonizado por los estudiantes, fundamentalmente?

- El papel de las TIC para que se puedan alcanzar las metas de la educación y formación, al servicio de y adaptadas a una pedagogía innovadora como elemento nuclear.
- Su concepto y alcance en las minorías excluidas, en la educación de adultos, en la formación permanente y en el autoaprendizaje exigen la búsqueda de nuevos aspectos a incorporar en el concepto.

Son aspectos nuevos e innovadores de la pedagogía, que corresponden a las preguntas que se hacían adicionales al ¿cómo?, respecto al binomio aprendizaje-enseñanza: ¿qué?, ¿dónde?, ¿cuándo?, ¿de/a quién?, ¿por qué?, ¿para qué? aprender y/o enseñar; cuya respuesta no es ni única ni constante.

Una visión diferente es la de Shulman (2005), que en su modelo incluye el valor del razonamiento pedagógico por parte del profesorado:

El concepto de razonamiento pedagógico pone el acento en la base intelectual para el desempeño docente y no únicamente en las conductas. Si se pretende tomar en serio esa noción, será menester revisar tanto la organización y el contenido de los programas de formación del profesorado como la definición de sus fundamentos académicos. Los programas de formación del profesorado ya no podrían restringir su actividad a la didáctica y la supervisión, que son ámbitos libres de contenidos. El énfasis en el conocimiento didáctico de la materia a enseñar impregnaría el currículo de la formación de profesores. La evaluación de los profesores ante una comisión examinadora se concentraría en la capacidad de éstos para razonar sobre la docencia y

para enseñar materias específicas, así como en su capacidad de basar sus actos en premisas que puedan resistir el análisis exhaustivo de la comunidad profesional.

Shulman, al contrario que Alexander, se focaliza en el conocimiento y no tanto en las ideas y creencias. No obstante, existen evidencias de que las ideas, creencias y valores del profesor influyen en la práctica pedagógica (Fang, 1996), (Mosseley *et al*, 1999). Por lo tanto, es necesario considerar ambos aspectos, (Cox, M. *et al*, 2003).

Al igual que se hizo con la educación, parece adecuado conocer el pensamiento y propuestas de pedagogos, educadores, maestros y visionarios acerca de la pedagogía. Indudablemente no es posible hacerlo en esta tesis; por ello, se sustituye por la síntesis de la Fig. 2.8., en la que figuran una serie de personas, que se consideran relevantes por sus aportaciones, y en la que se han resaltado las más consideradas en esta investigación teórica. Algunos de ellos fueron, a la vez, grandes pensadores de la finalidad de la educación; indudablemente se trata de conceptos muy ligados entre sí.

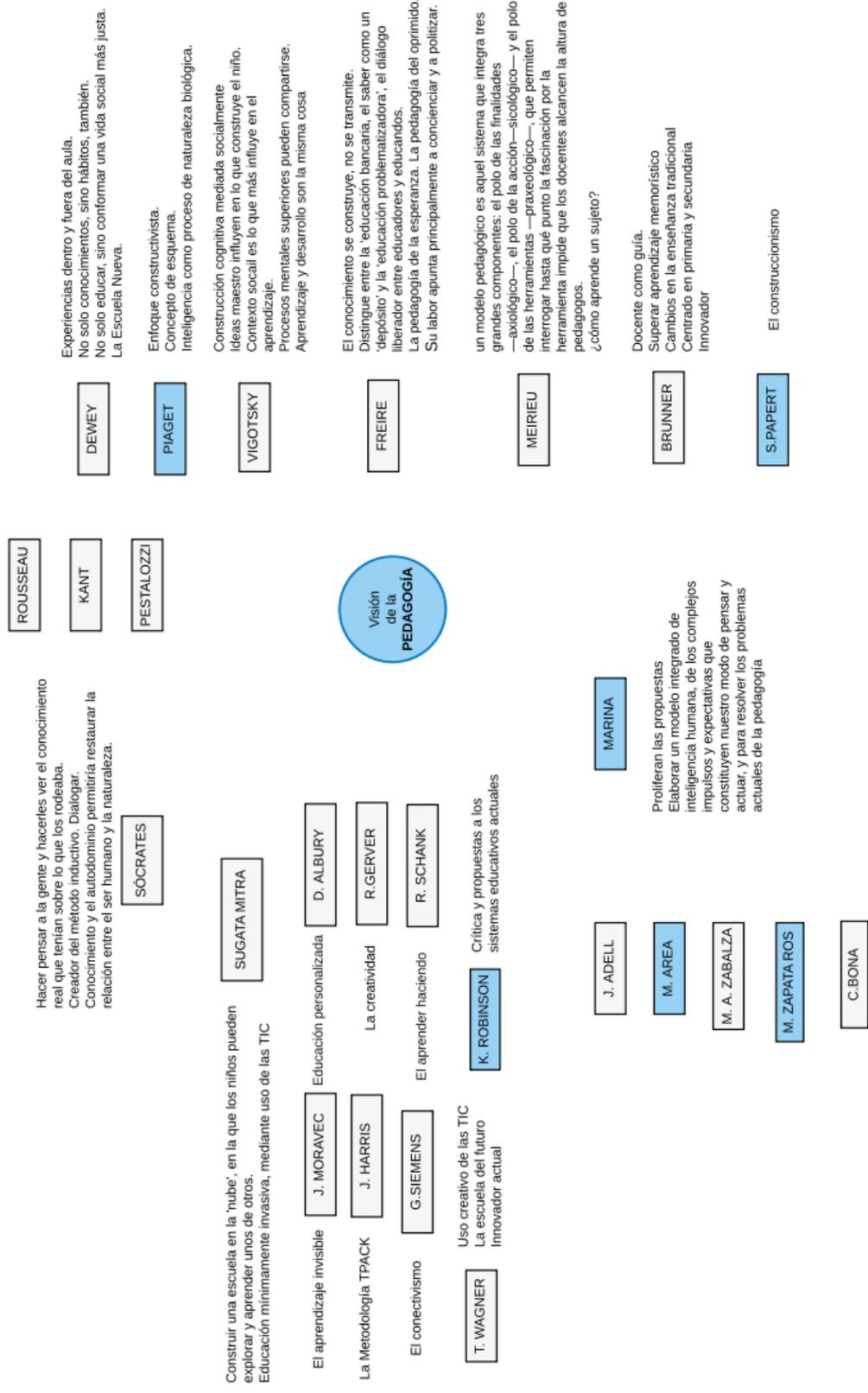


Fig. 2.8.- Algunas visiones, desde perspectivas diferentes, de la pedagogía y del método pedagógico. Fuente: Elaboración propia, a partir de fuentes originales.

II.4.1.- Principales corrientes pedagógicas:

La educación, la filosofía de la educación y la pedagogía están concatenadas. Con un esquema antropológico²⁰ de la educación, se distinguen cuatro orientaciones fundamentales de la pedagogía:

Una se encuentra al margen de dicho esquema (y de cualquiera):

- **Pedagogía radical**, crítica, transformadora o alternativa, que no encaja en el esquema antropológico, y que nace como oposición a la pedagogía tradicional. Principales representantes: Movimiento nihilista, P. Freire, Budistas, A. Gramsci, H. Giroux, P. McLaren, A. Neill, J.P. Sartre (“Toda educación es manipulación”), F. Nietzsche, etc.

Y otras tres consecuencias del mismo:

- **Pedagogía emocional**, sentimental, de la afectividad. Principales representantes: Epicuro, P. Freire, M. Seligman, D. Goleman, H. Maturana, A. Damasio, desde sus aportaciones de la ciencia del cerebro; R. Bar-On, K.V. Petrides, H. Gardner, J.S. Mill, etc.
- **Pedagogía voluntarista** o de la voluntad, moral, del esfuerzo. Principales representantes: E. Kant, Tomás de Aquino, P. Natorp, J.J. Rousseau, A. Schopenhauer, V. García Hoz, etc. Su orientación es ‘La educación en el deber’.
- **Pedagogía racional**, intelectual o ‘clásica’. Principales representantes: Sócrates-Platón (El diálogo), O. Decroly, A. Clausse. P. Bourdieu. M. Foucault, F. Ferrer Guardia, F. Paulsen, L. Malaguzzi (Escuelas de Reggio Emilia), J. Piaget, L.S. Vygotsky, H. Gardner, etc. Para ellos: “El ser humano es capaz de intuir o ver la esencia y valor de las cosas. La

²⁰ ¿Qué somos?, ¿para qué estamos? Ya lo estableció Platón en uno de sus Diálogos.

razón como comprensión o *Gnosis*. Su orientación es: 'La inteligencia dirige la voluntad y, además, los deseos/ sentimientos / emociones'.

Las corrientes pedagógicas son especialmente relevantes, en cuanto a la pedagogía a seguir, en las etapas iniciales (niños, adolescentes y jóvenes) de la educación y formación; a medida que el aprendedor se va desarrollando, son menos relevantes, aunque siempre redundan en la calidad y significado de su aprendizaje. Las diversas pedagogías utilizan diferentes inteligencias y, como consecuencia, modelos de aprendizaje.

La perspectiva seguida por esta tesis es que el profesor en el aula debe optar por aquella que mejor se adapte a la consecución de sus metas educativas y formativas; a no ser que pertenezca a una comunidad escolar o educativa que la tenga definida en su cultura corporativa.

Desde la perspectiva de la investigación teórica en elaboración, se apuesta por una armonización de estas cuatro orientaciones pedagógicas básicas, que no son mutuamente excluyentes; ya que todas ellas, además, "tienen aspectos positivos y objeciones negativas" (Negrete Alcudia, J.A., 2016).

II.4.2.- La Pedagogía y las TIC

Por su importancia en la sociedad del conocimiento, y por la meta de esta tesis en particular, se dedican unas breves consideraciones a la pedagogía y las TIC. Los aspectos relacionados con el hecho digital se abordan con mayor profundidad en el Capítulo VI.

El uso de las TIC en la educación y formación, a través de las pedagogías adecuadas, que es la orientación en este subapartado, tiene como objetivo que estas ayuden en la calidad y significado del aprendizaje del que aprenda, facilite y refuerce la tarea del docente, y abra nuevas vías y lenguajes de comunicación bidireccional entre ambos, para lograr las metas que se propongan, tanto en su etapa inicial -en todos los niveles del sistema formal-

como en la continua o permanente. Por el momento, existe una insuficiencia del paradigma tecnológico en la educación: falta un paradigma de pensamiento y acción pedagógico para las TIC. No se pueden utilizar las mismas para una pedagogía pensada solo para las necesidades de educación y formación de la sociedad industrial. Por ello se afirma a menudo: ¿innovación en TIC o innovación pedagógica mediante su uso?

En esta tesis se parte del resumen ejecutivo del trabajo llevado a cabo por (Cox, M. et al, 2003), que considera los siguientes aspectos, para la integración pedagógica de las TIC en el proceso enseñanza-aprendizaje:

- Conocimiento por parte del profesor de la disciplina que imparte.
- Conocimiento pedagógico del profesor.
- Pedagogías prácticas del profesor en el uso de las TIC.
- Acceso a recursos TIC.
- Conocimiento por parte del profesor del potencial de las TIC en educación.
- Confianza del profesor en el uso de las TIC.
- Organización del aprendizaje y la enseñanza.
- Trabajo colaborativo y perspectiva de aprendizaje de los alumnos.
- Pedagogía fuera del aula.
- Efecto de las prácticas pedagógicas en los logros de los alumnos.
- Prácticas pedagógicas eficaces con las TIC.

La mayoría de profesores, incluyendo los más innovadores, necesitan mayor conocimiento, habilidad en el uso (saber hacer) y confianza en las TIC, así como una mejor comprensión de su potencial para ayudar en el aprendizaje de los alumnos. Todo ello indica que se necesita una formación (continua) profesional del profesorado en estos aspectos para integrar el uso de las TIC y mejorar los resultados de aprendizaje de los alumnos.

El trabajo citado está muy orientado hacia los profesores y, fundamentalmente, hacia la educación y formación inicial en sus etapas no universitarias; aunque sus conclusiones le son aplicables también a la universitaria inicial.

N. Zary (2014), en su “*Pedagogical Innovation and ICT: Evolution or Revolution? Follow or Lead?*”, cree que la innovación pedagógica es contextual y que hay que adaptarla a cada entorno físico o de situación; es decir, que existen modelos, pero no patrones. Para una visión y orientación de la innovación pedagógica de las TIC existen varios modelos; entre los cuales se prioriza el *Creative Classrooms concept and reference parameters (SCALE CCR)*, porque considera todos los tipos de contextos educativos, Fig. 2.9., (Bocconni, Kamylyis, Punie, 2012); se trata de un proyecto del *JRC*²¹ relacionado con el *DigCom* (§ VI.6.4.).

Para finalizar el apartado, se añaden unas reflexiones y consideraciones propias:

Las TIC, con su potencial, muestran la insuficiencia de los actuales paradigmas pedagógicos, que hay que complementar. Posiblemente el éxito puede estar en un posicionamiento equilibrado entre la adaptación de la pedagogía tradicional y la apuesta por una psicología disruptiva, como la que preconizan algunas personas cuyas aportaciones y reflexiones se han seleccionado. La disrupción es más sencilla en casos aislados, específicos, particulares y acotados en niños y adolescentes (caso de las pedagogías alternativas actualizadas). Los cambios profundos en un sistema nacional se han dado (sin ruptura) en Finlandia, Singapur, Corea del Sur, Holanda, Canadá, y Estonia, como ejemplos emblemáticos.

²¹ *Joint Research Center. EU Science Hub*. Está formado por ocho institutos regionales, distribuidos por diferentes países de la UE, dedicados al análisis prospectivo y a la orientación de posibles propuestas en ciencia y tecnología para la Comisión Europea. Este instituto regional (de estudios prospectivos) del *JRC* tiene su sede en Sevilla. Es uno de los ocho institutos regionales de *JRC*.

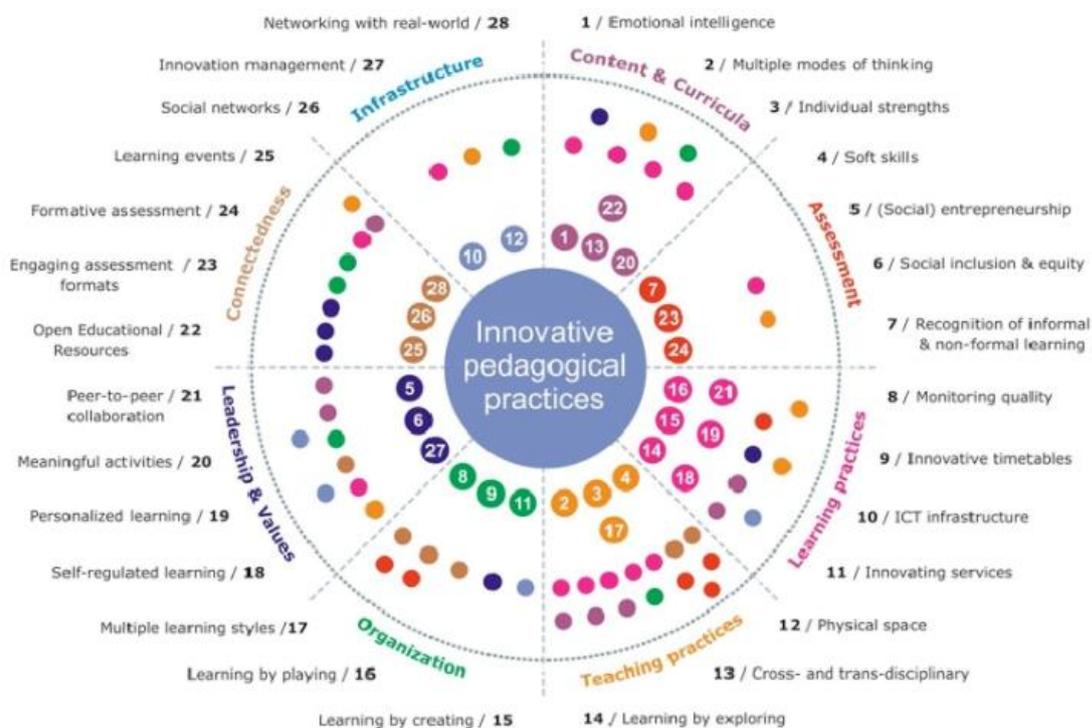


Fig. 2.9.- Elementos esenciales (dimensiones y bloques) para desarrollar aulas creativas en Europa. Fuente: Bocconi, Kamyplis, Punie, 2012.

Es importante reorientar la formación inicial del profesorado y su formación permanente en relación con las TIC, trascendiendo de su potencial instrumental y pedagógico. Aspectos como: aprender a buscar información y conocimiento significativos de la multitud que existe en Internet, un reto cada vez más importante; así como los temas relacionados con la seguridad y los aspectos éticos y morales de su uso, peligros latentes para adultos, niños y adolescentes y la forma de superarlos. Todos estos aspectos se pueden considerar como nuevos contenidos de aprendizaje en asignaturas ya existentes cuya orientación sigue siendo poco actual.

El uso de los *MOOC* o *COMA*²² gratuitos en determinadas etapas del proceso educativo permanente es cada vez más relevante, y siempre lo serán para la

²² MOOC: *Massive Open Online Courses*. COMA: *Cursos Online Masivos en Abierto*.

auto actualización del profesorado y la formación continua del individuo y la persona. Su flexibilidad y autoría por parte de profesores expertos e innovadores y la institución que los ofrecen son una garantía, aunque no otorguen certificación formal alguna.

En esta categoría también se incluyen algunas presentaciones TED muy reconocidas, de las que esta tesis ofrece alguna selección en las fuentes utilizadas.

Para finalizar este apartado, se introducen unos ejemplos prácticos utilizados en esta tesis:

En este caso se ha revelado como positivo y receptivo por los alumnos grabar la clase en video y subirlo a la red para que aquellos los puedan visualizar fuera del aula y seguir en caso de no asistencia. Se ha llevado a cabo en alumnos de sexto de primaria.

Entre las nuevas competencias a desarrollar por los alumnos y profesores, que excede a la consideración de las TIC como mero instrumento para el aprendizaje, se encuentra la del desarrollo del pensamiento computacional en niños y adolescentes. Este aspecto se abordará en capítulos posteriores de la investigación teórica.

Por otra parte, está surgiendo una nueva ocupación (¿trabajo o profesión en el futuro inmediato?): la de responsable de contenidos (*content curator*)²³. Esta tarea es importante en organizaciones, escuelas, departamentos y centros universitarios; y lo es también para los profesores de las distintas asignaturas de un plan de estudios, independientemente del modelo pedagógico que apliquen. Es una nueva competencia a adquirir.

²³ Labor distinta a la de un *Community Manager*.

Está relacionada con las TIC; las nuevas fuentes de conocimiento, información y datos; la multitud, variedad y calidad de distintas perspectivas, creencias y prioridades acerca de un mismo tema, aspecto o situación; la necesidad de buscar, reutilizar y adaptar conocimiento específico y concreto; la comunicación entre personas en plataformas propietarias o libres; etc.

II.5.- ¿Qué se entiende por Formación?

La formación, en español, recibe popularmente distintos nombres: instrucción, adiestramiento, capacitación, entrenamiento, crianza, preparación etc., dependiendo del campo y sentido en que se aplique. La denominación de formación se ha popularizado desde que se utiliza profusamente el término inglés *Education and Training (ET)*.

Es cierto, y conviene asumirlo, que educación y formación no son lo mismo; aunque también lo es que se trata de términos que son inseparables e imprescindibles en el desarrollo del ser humano y en su realización como persona e individuo.

Se van a considerar algunas visiones y opiniones, para terminar convergiendo en una propuesta personal.

II.5.1.- Algunas aportaciones relevantes

Los límites, en el campo académico al menos, entre educación y formación son borrosos y no bien definidos; por lo que habrá que considerar al menos algunas de las siguientes opciones existentes que se han matizado (Villegas Durán, L-A., 2008):

La educación es un concepto que tradicionalmente se restringe al periodo de la niñez, adolescencia y juventud; en la actualidad tiene que ir acompañada de la formación, entendiéndola como la evolución de la educación del hombre/mujer a lo largo de la vida, que hace que no esté

perdido/a en la incertidumbre, vulnerabilidad, complejidad e inseguridad que le rodea.

La educación, en un mundo en cambio, es una transición o reinención (mediante la formación) que además tiene que incluir a las personas que el propio sistema educativo y social no admite, excluye (abandonan) y pone en riesgo, cualquiera que sea su edad. Tiene que ser, por lo tanto, una **educación inclusiva**.

La formación tiene también que ver con la cultura, que es el campo de referencia más importante para la especie humana. Mediante ella se es culto porque la persona goza de una cierta forma original de comprender, explicar y transformar su medio. El concepto de formación hace visible, junto con el educar, a la cultura.

La formación cumple una función importante en el desarrollo humano de las personas. La formación permite el pleno desarrollo de la persona, sus capacidades y competencias en el contexto social, político y económico. El ser humano, como ser en desarrollo, está en permanente construcción; es decir, en formación. Uno de los objetivos de la educación es la formación de las personas ('darles forma').

Permite el desarrollo de capacidades, destrezas, capacitaciones, habilidades naturales y adquiridas a la persona. Es el aspecto donde normalmente es más utilizado el concepto de formación: habilitar a alguien para desempeñar una profesión, oficio o actividad. Es la finalidad de formación para la empleabilidad, utilizando la nomenclatura al uso.

A pesar de su pragmatismo, rechazado desde planteamientos académicos demasiado ortodoxos, es una opción que no se puede olvidar ni menospreciar en un momento en el que la juventud no encuentra opciones de trabajo al

graduarse en centros de educación superior. Es el aspecto de 'formar para algo o en algo', de orden profesional y práctico.

La formación, considerada desde esta perspectiva u opción, pone énfasis en las necesidades del sistema y del modelo de desarrollo económico. La formación es vista como una característica de la persona, en la que se realza la unidad entre ella y el rol social²⁴.

Realmente no es lo que se percibe, en general, en los centros del sistema formal de educación y formación, en cualquiera de sus niveles y etapas, al menos como orientación mayoritaria.

El concepto de formación, en su concepción estricta actual, se aplicaría sobre todo a las carreras y ciclos de carácter marcadamente profesional, tanto en educación superior como en los ciclos profesionales medio y básico.

Como ocurre con la educación y la pedagogía, también existe un análisis intelectual y académico acerca del término, pero no es pertinente entrar en el mismo. Estos aspectos se pueden consultar en (Venegas Renauld, M.E., 2004), desde una perspectiva semántica; (Honoré, B., 1980), desde la del ser humano; (Quinceno Castrillón, H., 2010), desde la filosofía de J.J. Rousseau; (Ferry, G., 2004), desde la perspectiva psicosociológica; etc.

Es pertinente considerar el concepto de Formación de A. Rang (1990), que se presenta acompañado de matizaciones personales:

a.- Habría que distinguir entre una formación²⁵ general y una específica. La general tiene dos aspectos: a) la que va más allá de los propios contenidos, y b) la básica, asociada a los contenidos que por el momento

²⁴ La formación, de ese modo, se refiere al proceso de generación y desarrollo de competencias especializadas, cognitivas y socio-afectivas, que producen diferencias de especialización entre los individuos; es decir, a la posibilidad de realización social, intelectual y personal del sujeto, de su crecimiento.

²⁵ En el sentido de 'dar forma' al ser humano.

se consideran más inmutables²⁶. La primera se encuentra muy cerca del concepto de educación, aunque con una orientación pragmática.

b.- En el momento actual parece más oportuno fijarse en la formación **general** que en la específica. Unas reflexiones básicas, acerca de la misma, ¿qué aporta la misma a nuestro compromiso social?:

i.- Lo 'general' de la formación coincide hoy con la apertura radical de los conceptos de comprensión del mundo y de auto comprensión, debatidos y apropiados libremente [en principio] y con su participación subjetiva por las personas en edad evolutiva.

El reino de la formación no es un reino de seguridad, sino de 'inseguridad'.

ii.- Lo que hoy puede y debe universalizarse mediante la formación; es decir, lo que por medio de ella puede y debe hacerse general, es la sensibilización respecto a las diferencias. La socialización cultural, perseguida por la formación general, contribuye a lo que Th. W. Adorno [en su teoría crítica y cultura de masas] llamaba 'desprovincianización' de la conciencia y de la conducta. Cuando se logra esto, no cabe hablar sin más de nivelación.

iii.- En el mundo real, la formación general, cuando se logra en mayor o menor medida, no pasa de ser un fenómeno marginal. Lo que ella podría promover, que es la racionalidad crítica y la sociedad de unos sujetos autónomos (Rang, 1984), nos resulta incómodo, molesto, sospechoso.

²⁶ Palabra de significado ambiguo, borroso e incierto en el mundo actual.

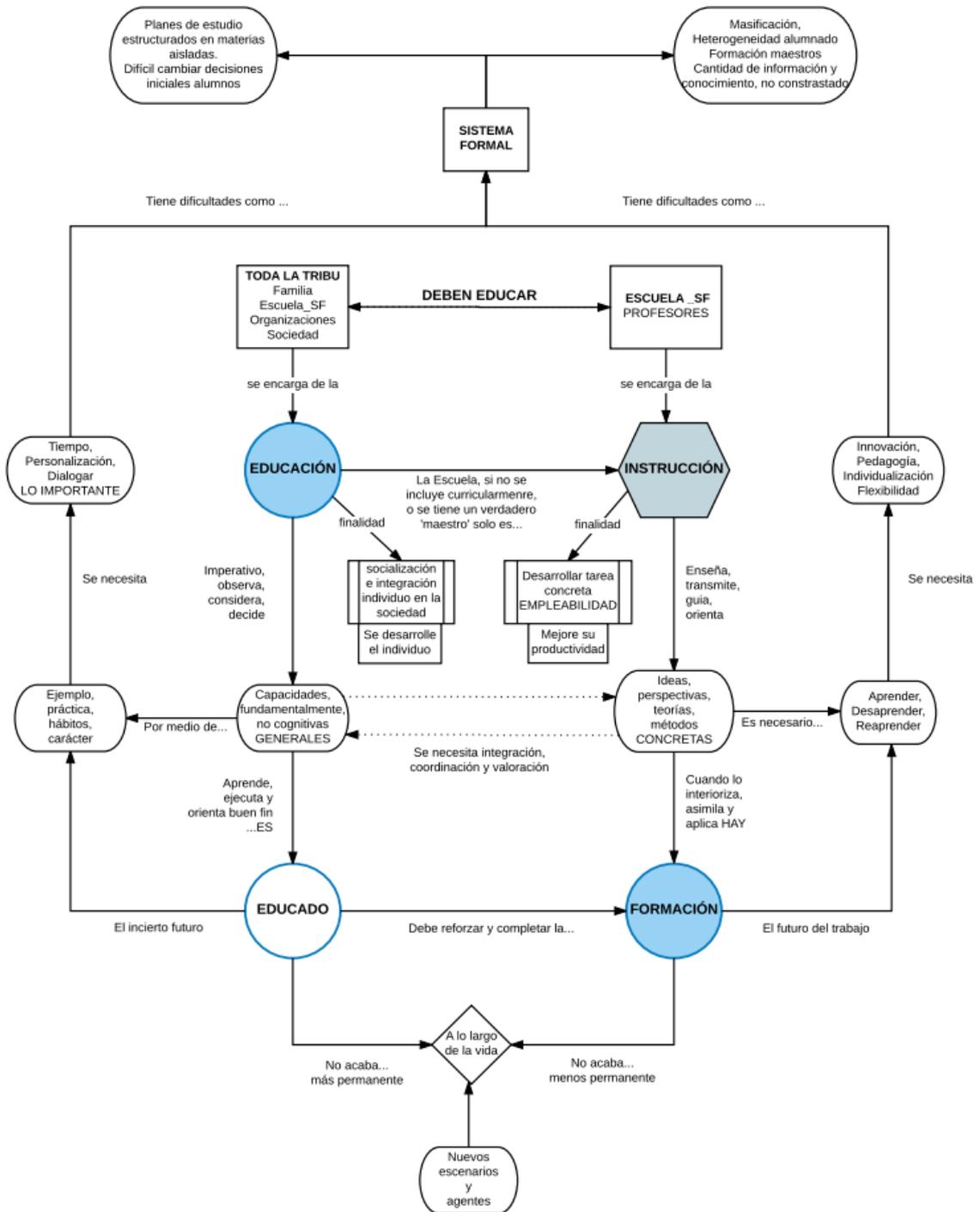
A. Rang se pregunta cómo llevar a cabo una formación general con sentido pragmático y sentido humanista. Con esta visión, la formación en la época actual **no puede estar solo orientada a la adquisición de conocimientos y las habilidades con ellos relacionadas (formación específica), sino que debe atender al desarrollo, a “dar forma” en el ser humano, a actitudes, valores, principios de convivencia, formas de carácter, personalidades que equilibren lo natural de cada persona con aquello que genéticamente no tiene tanta potencialidad.** Es un planteamiento y propuesta muy próxima a la de J.A. Marina y a la de este marco conceptual.

La formación para la **inserción laboral** es un aspecto que no se puede obviar en el momento actual, por lo que la dimensión de la empleabilidad es un aspecto a considerar, especialmente en la Formación Profesional y en la universitaria. En estos casos la formación debe favorecer el acceso al trabajo frente a aquellas personas que no la poseen, como ocurre ya en la realidad.

La formación tiene muchas variantes propias, al margen de la formal: formación para el empleo, formación para emprendedores, formación para ocupados, formación para el voluntariado en ONG, formación para formadores, formación práctica para titulados y pre titulados (abogados, médicos, enfermeros, veterinarios, psicólogos, arquitectos, mediación y arbitraje, etc.), formación para padres y madres, etc. En la sociedad del conocimiento, los ‘vacíos’ en la formación del sistema formal, necesarios para el desempeño de tareas concretas, serán ocupados por otros agentes distintos de los tradicionales.

II.5.2.- Una propuesta sobre la relación entre educación y formación

En esta investigación teórica se propone una relación entre educación y formación, que se sintetiza en la Fig.2.10. La misma es consecuencia de las reflexiones y consideraciones realizadas en los apartados anteriores de este Capítulo, y de encontrarnos en la sociedad del conocimiento y en un entorno VUCA.



Fuente: Elaboración propia.

Se trata en realidad de una aproximación, y que requiere precisiones que ya no son pertinentes en esta investigación teórica. Una de ellas es que admite

variaciones, dependiendo de la generación de personas a la que se aplique. No obstante, está diseñada fundamentalmente para niños, adolescentes y jóvenes; y no solo para ellos, sino para los maestros y profesores que van a guiar su aprendizaje.

En el caso de niños, adolescentes y jóvenes conviene reflexionar acerca de para qué y por qué es la formación que reciben o deben recibir. Algunas finalidades y razones:

- Progresar en el sistema formal de educación y formación hacia niveles superiores del mismo.
- Recibir y aprovechar una formación general y formaciones específicas, adecuadas a su desarrollo y al tiempo disponible para alcanzarlas, en el tiempo disponible y con un esfuerzo razonable. Para ello, se tendrán que priorizar los aspectos de la formación más importantes en cada momento del proceso. Esta orientación, que se ha incorporado en la Fig.2.10., les permitirá tener mayores posibilidades y probabilidades para empleabilidad.
- Identificar, desarrollar e impulsar su talento natural, así como sus inteligencias naturales, en un proceso que alcanzará toda su vida.
- Evitar y recuperar los casos de fracaso y abandono, evitando formarse juicios prematuros²⁷ acerca de la potencialidad cognitiva e intelectual de niños, adolescentes y jóvenes.
- Capacitarles para la vida y favorecer su desarrollo integral como seres humanos. Una vida que les debe permitir entender y convivir en el mundo de hoy y sus cambios. Se trata de un objetivo relacionado tanto con su educación como con la formación.

²⁷ Que siempre serán transitorios, puesto que es difícil y arriesgado distinguir la componente individual, de la subjetiva, y de la objetiva relativa al propio sistema.

II.6.- Conclusiones

Con la visión desarrollada se puede simplificar la situación, tal como se visualiza en la Fig. 2.11. Esta simplificación tiene riesgo, si las deducciones o afirmaciones que se realizan a partir de la misma se extrapolan en exceso.

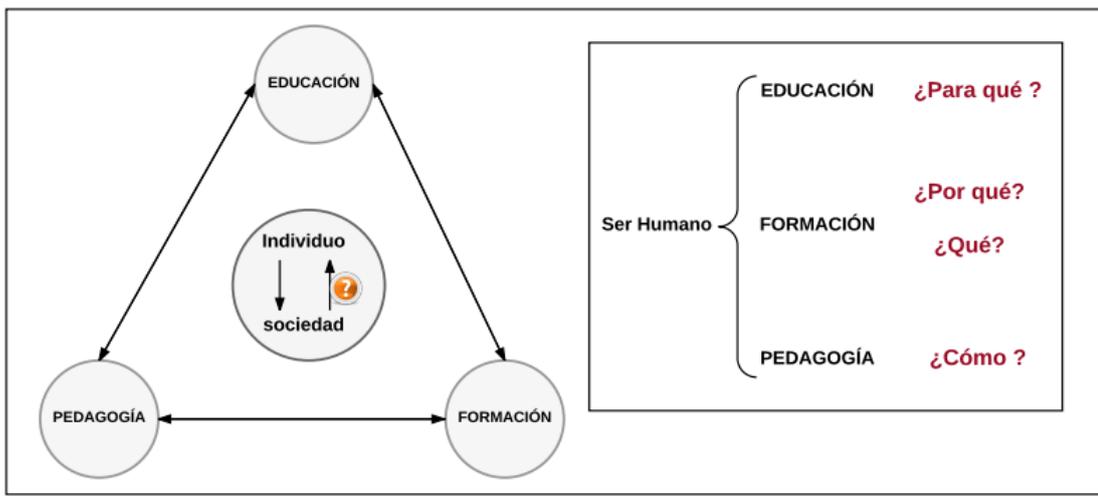


Fig.2.11.- Síntesis del capítulo II, con los tres elementos y preguntas a las que posiblemente responden

Fuente: Elaboración propia.

El triángulo representa que el ser humano, como individuo y como persona, necesita de la educación y formación para conseguir o alcanzar el propósito o finalidad de su vida. En sus primeras etapas educativas y formativas (que en ocasiones no son en las edades tradicionales) los elementos que las conforman le son impuestos, controlados o modulados por su familia (padres), comunidades educativas y entornos informales próximos; paulatinamente disminuye o desaparece este guiado, para aparecer otro más sutil, el de las comunicaciones, redes sociales, información no contrastada o con finalidades predeterminadas y sin transparencia, el nuevo marketing asociado a la neurociencia, y la diversidad de ideologías jugando con el optimismo, el pesimismo, la esperanza y la desesperación. La evolución del ser humano determina si en la segunda etapa el ser humano puede asumir el autocontrol

del proceso: orientar y potenciar su posterior evolución, crecimiento y desarrollo para ser dueño de su futuro.

La educación y la formación, y en menor grado la pedagogía, representan un papel importante, aunque diferente, al de la primera etapa. En dicha etapa, hay que educar y formar dentro de una pedagogía concreta que facilite los resultados esperados de aprendizaje.

Las preguntas de la Fig. 2.3., que han acompañado a lo largo de este capítulo, se asocian prioritariamente a cada uno de los tres elementos: educación, formación y pedagogía, teniendo en cuenta que están interrelacionados. Las respuestas dependen de cada persona, del momento evolutivo y vital en que se formulen, y de su nivel de desarrollo integral. En las primeras etapas de la vida vienen impuestas y condicionadas genéticamente, para evolucionar hacia una cada vez mayor autonomía en la decisión de la propia persona.

Una vez analizados los conceptos de educación y formación, se está en condiciones de abordar los mecanismos fisiológicos y psicológicos, con su evolución natural, mediante los cuales el individuo se educa y forma para llegar a alcanzar los objetivos que le permitan vivir y realizarse en el siglo XXI.

Capítulo III

Identificación, crecimiento y desarrollo de la
inteligencia y el talento individual

CAPÍTULO III

IDENTIFICACIÓN, CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA INTELIGENCIA Y EL TALENTO INDIVIDUAL

A MODO PREVIO

Una vez definidas las características de la sociedad del conocimiento y del nuevo entorno VUCA, así como reflexionado y extraído consecuencias acerca de qué es la educación y formación para el siglo XXI mediante una pedagogía innovadora, se abordan los mecanismos naturales (neurofisiológicos) que las personas tienen para aprender y llegar a ser consideradas como educadas y formadas en/para el nuevo milenio.

El cerebro es el órgano que rige el sistema nervioso. Los nuevos conocimientos acerca de la Neurociencia y la Psicología Cognitiva permiten conocer mejor procesos íntimamente relacionados con la estructura nerviosa, como son: el aprendizaje, la memoria, las emociones, entre otros. A través del aprendizaje y la memoria, el ser humano construye su mundo interior (el yo), y a través de él valora y evalúa la realidad exterior.

La inteligencia o el comportamiento inteligente es "el conjunto de capacidades globales del individuo para actuar voluntariamente, pensar racionalmente y relacionarse con el ambiente". La inteligencia reside en el 'cerebro', aunque todavía no se sabe muy bien de qué forma: parece ser dependiendo de las conexiones y de las redes neuronales activas. Parte es heredada, parte se desarrolla por entrenamiento o aprendizaje.

Ahora bien, ser inteligente -cualquiera que sea el modelo que se elija para la inteligencia- no es suficiente para lograr la finalidad indicada en el párrafo inicial; además de tener desarrollada o educada la inteligencia, es necesario

ejecutarla y ‘hacer un buen uso de la misma’, para lo cual se introduce el concepto de talento, que también necesita ser educado y desarrollado.

El otro gran avance a aprovechar está relacionado con la ‘metacognición’ o el ‘meta conocimiento’ (*Metacognition*). El término ‘meta conocimiento’ se usa generalmente para hacer referencia al conocimiento que las personas tienen sobre **SUS** diversos tipos de conocimientos (hechos, conceptos, procedimientos, principios, etc.) o sobre su actividad cognitiva. Su importancia en la educación es relevante: a través de ella se puede comprender y autorregular nuestro aprendizaje, planificando la forma en la que aprenderemos y evaluando nuestras acciones en dicha situación de aprendizaje. Fig.3.1.

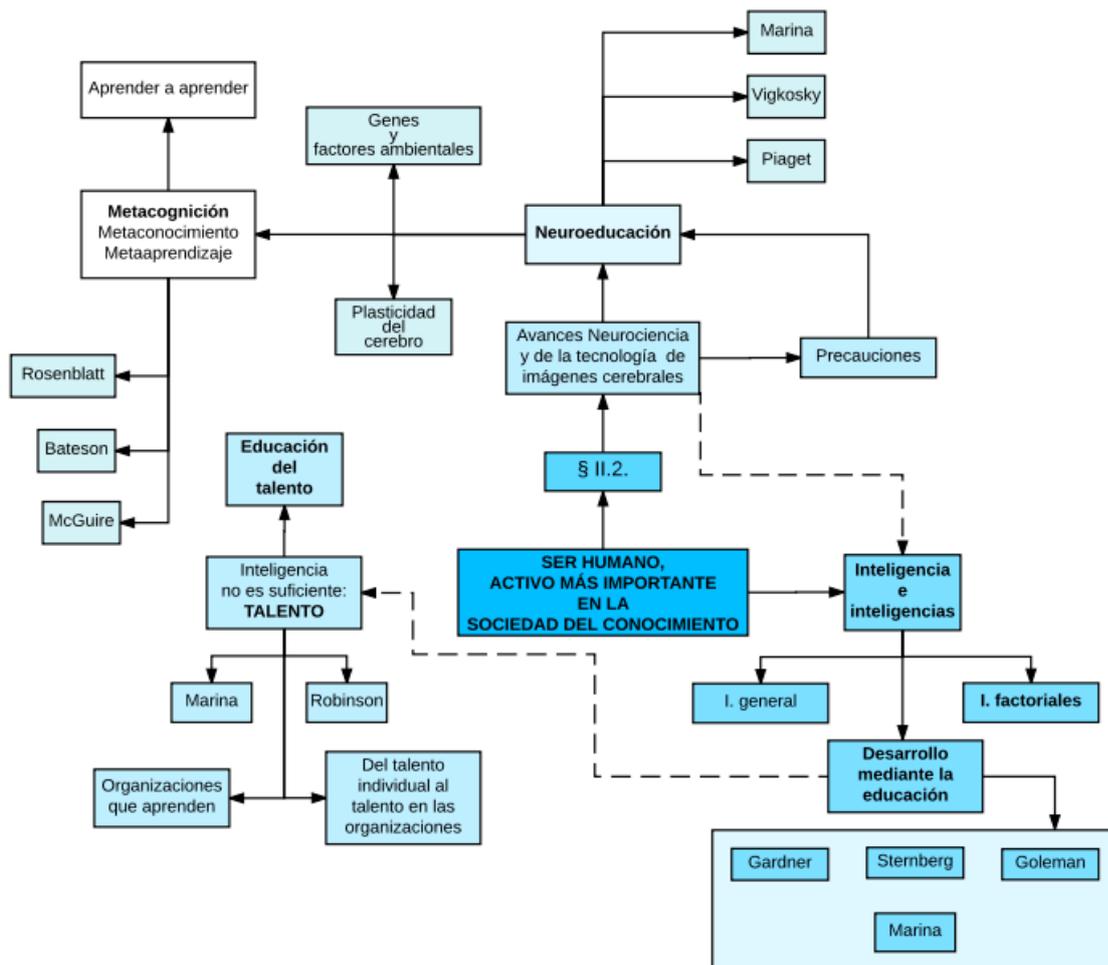


Fig.3.1.- Mapa conceptual del Cap.III

Fuente: Elaboración propia.

III.1.- ¿Hacia una educación, neuroeducación, basada en el cerebro?

Para hallar respuesta a la pregunta planteada se necesita recorrer un camino complejo y largo, que se intentará simplificar al máximo; teniendo en cuenta la frase de A. Einstein: «Todas las cosas deben hacerse lo más sencillas posible, pero no más».

El conocimiento en la sociedad posindustrial es el activo más importante para los individuos, las personas, la sociedad, las organizaciones y las naciones. Las capacidades cognitivas de orden superior son patrimonio exclusivo de la especie humana, y se localizan fundamentalmente en el cerebro.

La función básica del cerebro humano, que es la más importante para el mantenimiento de nuestra vida, es la función de conocer. “A su vez, el conocimiento humano es nuestro mayor resorte de adaptación, ya que nos permite desarrollar las ciencias y las tecnologías asociadas, que posibilitan nuestro dominio del medio. En términos individuales, por su parte, el cerebro forma representaciones del entorno y proporciona respuestas en las diversas circunstancias de la vida”, (Martínez Freire, P.F., 2012).

Para J.A. Marina (2011): “La función del cerebro –y de la inteligencia, que es su más elaborada creación- es dirigir el comportamiento del organismo para resolver los problemas que afectan a su supervivencia y a su bienestar”. Parfraseando a A. Luria¹: “El cerebro no estaba hecho para responder mecánicamente a los estímulos, es decir para ser dirigido causalmente desde fuera, sino para anticipar planes de acción futura. Siempre creamos un **modelo de la necesidad futura**”.

¹ Discípulo de L. Vygotsky.

III.1.1.- De los avances de la neurología cerebral a la neuroeducación

El cerebro humano se conoce cada vez mejor en su funcionamiento gracias a los avances científicos y tecnológicos. Su conocimiento siempre ha intrigado, desde los maestros griegos que realizaron un constructo conceptual del mismo a los psicólogos de finales del siglo XIX y del XX, sobre todo evolutivos y educativos, y especialmente a J. Piaget y L. Vygotsky; hasta llegar a su conocimiento anatómico y funcional de finales del siglo XX y principios del XXI. Los últimos descubrimientos que han supuesto un gran avance han sido posibles gracias a las tecnologías de la imagen², que permiten averiguar cómo funciona el cerebro e identificar las áreas que están activas.

La relación entre el cerebro (la neurociencia cognitiva) y la educación ha dado lugar a una nueva área de actividad científica e intelectual: la **Neuroeducación**. Según J.A. Marina (2011): la relación entre el cerebro y la educación hay que centrarla en dos aspectos:

- “Los mecanismos neuronales del aprendizaje, es decir, en cómo la experiencia cambia nuestras neuronas”.
- “Cómo podemos hacer que un niño vaya construyendo una personalidad capaz de vivir inteligentemente”.

Para él, “el objetivo de todos sus trabajos ha sido elaborar una teoría de la inteligencia que comience en la neurología y termine en la ética” (§ III.5.3.).

La aplicación de los resultados de la neurociencia cognitiva a la educación ha de tomarse con cautela, tanto por ser una ciencia que está naciendo, como por la necesidad de identificar y distinguir claramente los hallazgos contrastados de otras afirmaciones que no lo están.

² *EEG* (electroencefalografía), *fMRS* (espectroscopio por resonancia magnética funcional), *MEG* (magnetoencefalografía), *PET* (tomografía por emisión de positrones), *fMRI* (imagen por resonancia magnética funcional, etc).

¿Qué se sabe, de manera fidedigna, en relación con la neuroeducación en el caso concreto de niños y adolescentes?, (J.A. Marina, 2011):

- “El niño nace con unas capacidades básicas, cuya consideración es importante para la educación. El niño es un organismo activo, movido por sus propios intereses, con los que tenemos que enlazar para ayudarle en su desarrollo”.
- “El niño “se construye” (‘se desarrolla’), mediante la experiencia (el aprendizaje), cognitiva, física y emocional; estas categorías corresponden a una arquitectura simplificada del cerebro. El niño es un sistema adaptivo con un cerebro que tiene en su “plasticidad” una propiedad relevante. El cerebro se está remodelando continuamente, lo podemos mejorar o empeorar”.
- “La educación permite aprovechar la energía emocional para lograr las metas racionales”.
- “Entrenarse es una actividad humana exclusiva, que consiste en elegir un proyecto y trabajar para acomodar el sistema muscular o mental a esa tarea”.
- “La maduración del sistema nervioso es un tema de gran interés vital y educativo, porque necesitamos saber si es independiente de la educación o si está influido por ella”. Por lo tanto, es algo que no se sabe todavía.
- “Los niños no son iguales al nacer y que, por tanto, cada uno de ellos necesita un cuidado especial, porque el punto de partida de su aventura vital, los recursos de que dispone, son distintos”.
- Relación entre los genes (*nature*) y el entorno (*nurture*):

- “Hay un consenso general sobre la imposibilidad de separar la herencia (los genes) del ambiente. El concepto clave ha sido el de “expresión genética”: no todos los genes que tenemos se activan. La experiencia, la educación y las influencias del entorno hacen que unos genes se expresen y otros queden en silencio (epigénesis)”.

“Es verdad que nuestro destino está determinado genéticamente... es que hemos desarrollado a lo largo de la evolución mecanismos cerebrales que nos permiten escoger y planificar nuestros actos. Podemos sobrepasar nuestros límites biológicos mediante nuestra cultura y educación”.

- Nos enfrentamos,... con dos tareas:

- Construir la memoria. Hay que aprender a aprender
- Aduéñarnos de ella. Hay que aprender a recordar.

“Siempre que estamos hablando de aprendizaje real, estamos hablando de memoria. Y al revés”.

- “Es necesario que la psicología cognitiva nos explique cómo funciona el inconsciente cognitivo y afectivo, para educar más sobre seguro. Las creencias, por ejemplo, son una estructura neuronal que determina motivaciones, sentimientos y conductas”.
- “Los sentimientos (emociones conscientes) que experimentamos son el resultado de la acción de esquemas emocionales aprendidos”. Nuestras experiencias dependen de “esquemas emocionales”, complejos modelos internos que guían automáticamente nuestros significados emocionales”.

- “Los hábitos no solo son necesarios para estabilizar nuestras rutinas, sino también para cualquier actividad creadora”. No se conocen los tipos de mecanismos que determinan la creación de hábitos.
- Es importante conocer cómo el cerebro del niño construye su carácter. “Se puede mejorar el cerebro cognitivo del niño”; también su cerebro emocional y el cerebro ejecutivo.
- “Se conoce el influjo que las creencias tienen en la configuración de los estilos afectivos”.

En relación con la propuesta de A. Touraine de un paradigma para comprender el mundo de hoy: “el principal campo de batalla cultural es el cerebro, o mejor aún, las funciones inconscientes del cerebro”.

Indudablemente estas afirmaciones contrastadas sustentan los objetivos de educación y formación para la sociedad del conocimiento, en base a resultados experimentales de la ciencia neurológica del cerebro. La ciencia, por consiguiente, está dando indicaciones de gran relevancia para la educación.

Desterrando mitos

También conviene desterrar mitos en relación con la neuroeducación (OCDE, 2007); como muestra se presentan algunos de ellos:

- No hay tiempo que perder, ya que todo lo importante acerca del cerebro está decidido ya a la edad de tres años.
- Existen edades críticas para enseñar y aprender ciertas materias o capacidades.
- Da igual lo que se haga, de todos modos sólo utilizamos el 10% del cerebro.

- Hay personas en las que predomina el hemisferio izquierdo del cerebro, otras en que lo hace el hemisferio derecho.
- Los hombres y los niños tienen cerebros que apenas se diferencian del de mujeres y niñas.
- El cerebro de un niño o de una niña sólo puede aprender, simultáneamente, un idioma.
- Anuncio de marketing actual: “¡Mejore su memoria!”³
- Se puede aprender mientras se duerme (otra propuesta de marketing)⁴.

Para profundizar en estos aspectos se recomiendan las siguientes fuentes: (Gazzaniga, M.S, *and* Mangun, G.R, Eds., 2014), (Batro, A.M, Fisher, K.W. *and* Léna P.J., Eds., 2008), (Sternberg, R.J. *and* Sternberg, K., 2009) y (Zull, J.E., 2011).

III.1.2.- Contribuciones de la neurociencia a la educación (y a la escuela)

J.A.Marina, (2012), hace la siguiente propuesta, en relación con introducir la neuroeducación (neurociencia y educación como Nueva Ciencia de la Educación), en la formación inicial de los maestros; permite:

- Ayudarnos a comprender el proceso educativo.
- Ayudarnos a resolver los trastornos de aprendizaje de origen neurológico.

³ La memoria se construye mediante el aprendizaje, cuyas ventajas persisten gracias a ella. Ambos procesos están profundamente relacionados, de forma que la memoria está sometida a los mismos factores que influyen en el aprendizaje. Esta es la razón por la que se puede mejorar mediante un fuerte estado emocional, en un contexto especial, por la motivación aumentada o mediante una atención cada vez mayor.

⁴ El aprendizaje requiere un cierto estado emocional, un determinado contexto, motivación, atención consciente y esfuerzo.

- Ayudarnos a mejorar los procesos de aprendizaje y a ampliar las posibilidades de la inteligencia humana, siguiendo nuevos métodos y validando los que la pedagogía elabora.
- Ayudarnos a establecer sistemas eficaces de interacción entre cerebro y nuevas tecnologías.

De ellas se reproduce la propuesta de J.A. Marina (2012), respecto de la última de las ayudas:

Las nuevas tecnologías plantean varios problemas educativos. El primero es su utilización pedagógica en el momento actual. El segundo, saber si la utilización masiva de nuevas tecnologías está cambiando la gestión del cerebro. Por último, investigar el modo como las competencias de la inteligencia humana pueden ser mejoradas por la comunicación entre cerebros y ordenadores.

De otra parte:

“Los sistemas educativos de todo el mundo se enfrentan con el problema de aprovechar de la manera más eficaz las nuevas tecnologías dentro de los procesos de aprendizaje”, (Fundación Telefónica, 2012).

“Se necesita que la neurociencia estudie con más profundidad esta cooperación. No se trata de investigar sobre las posibilidades reales de modelos visionarios como el de Kurweiler, de interacción cerebro- máquina, sino de una reasignación de tareas”.

¿Cómo pueden hibridarse operaciones computacionales realizadas por cerebros naturales y por cerebros artificiales? ¿Cómo afectan al cerebro las multitareas facilitadas por las TIC? ¿Estamos asistiendo a una nueva gestión de nuestro cerebro?, como sugieren Nicholas Carr y otros autores, (Carr, 2011).

Los problemas aumentan al hacerlo las oportunidades. Nos encontramos frente a una nueva frontera educativa que exige más conocimiento, más cooperación, y más esfuerzo. En este marco, la colaboración entre las neurociencias y la pedagogía resulta imprescindible. Y, aunque en este momento parezca una presunción exagerada, se cree que la nueva ciencia de la educación debe ocuparse de definir, conocer y explorar esa nueva frontera, pidiendo la ayuda necesaria a la ciencia, que está éticamente obligada a colaborar, (Marina, 2012).

En la Fig 3.2. se resumen y concretan aspectos relevantes de la neuroeducación, que se están actualizando constantemente (OCDE, 2007).

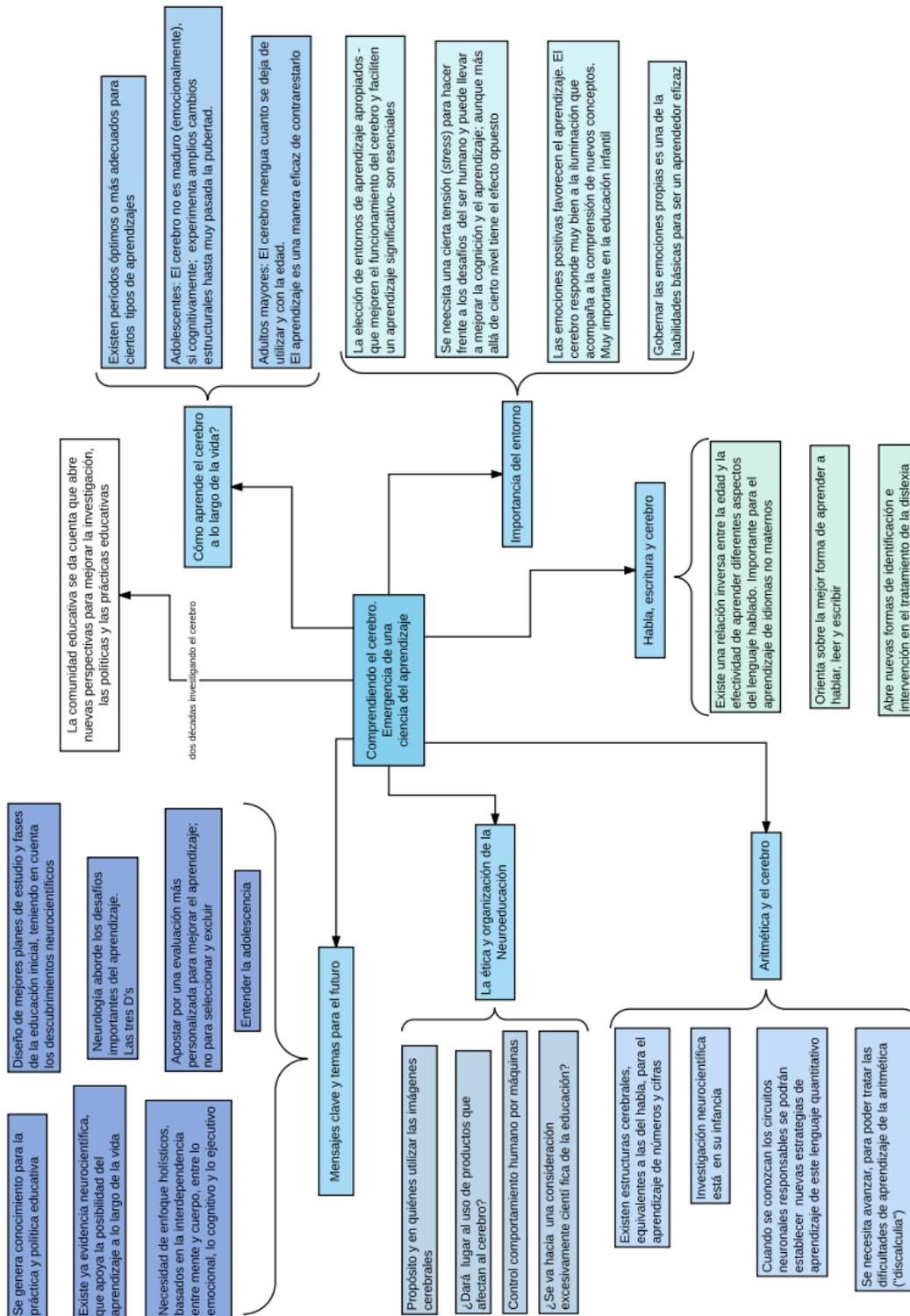


Fig. 3.2.- Comprendiendo y aprovechando el cerebro para la educación.

Fuente: Elaboración propia a partir de OCDE (2007).

III.2.- Metacognición⁵

Se trata de un concepto importante, para esta investigación teórica y empírica, en su relación con el aprendizaje, ya que se trata de una mega o metacompetencia (Capítulo V)⁶ que debe asumir la educación y formación del siglo XXI desde edades tempranas del individuo y la persona. Solo interesan algunos conceptos básicos acerca de la misma, aprovechando el buen trabajo de revisión de Lai, (2011).

J. Flavell (1979) acuñó la palabra, con el significado de ‘cognición acerca de los fenómenos cognitivos’ o, más simplemente, ‘pensar acerca del pensamiento’. «El desarrollo y su uso posterior se ha mantenido relativamente fiel a su significado original», como lo muestra la revisión de Lai citando a diferentes investigadores en el campo de la psicología cognitiva.

«La metacognición, Kuhn y Dean (2004), es lo que permite a un estudiante que ha aprendido una cierta estrategia en un contexto determinado, recuperarla y aplicarla a un contexto similar pero nuevo. Se define frecuentemente, en psicología cognitiva, como una forma de control ejecutivo, que incluye procesos para monitorear y de autorregulación, aspectos resaltados por otros autores (McLeod, 1997; Schneider & Lockl, 2002). Por otra parte, Schraw (1998) describe la metacognición como un conjunto multidimensional de habilidades o destrezas generales, más que de un dominio específico.

Estas habilidades son empíricamente distintas de la inteligencia general (§ III.3.), e incluso pueden ayudar a compensar déficits de ésta y/o de

⁵ La palabra ‘metacognición’, como tal, no figura en el diccionario de la RAE; ahora bien, ‘cognición’ sí lo está, como equivalente a conocimiento en su acepción de ‘acción de conocer’. El prefijo meta, en español, se escribe precediendo a la palabra que afecta, luego sería: metaconocimiento o metacognición, por lo tanto es correcto su uso. Nos inclinamos, en este trabajo, por la segunda de ellas por ser más próxima al equivalente en inglés (*metacognition*).

⁶ Su trascendencia excede al de las competencias específicas, tal como se suelen entender en el Capítulo V, por ello se introduce en esta Capítulo III, junto al de neuroeducación y los avances de la neurociencia.

conocimiento previo en una persona en el proceso de resolución de problemas».

En este caso se considera una habilidad multidimensional esencial para 'aprender a aprender', esencial en la sociedad del conocimiento; y para que el aprendizaje sea eficaz, significativo y de calidad. Se trata de una habilidad fundamental para la resolución eficaz de problemas, aspecto relevante en esta tesis.

III.2.1.- Elementos constitutivos

La metacognición tiene dos partes constitutivas:

- a) Conocimiento acerca de la cognición (acción de conocer).
- b) Monitorear la cognición.

En esta apreciación coinciden la mayoría de investigadores.

Conocimiento acerca de la cognición

Lai (2011) indica que: «se han desarrollado diversos marcos para categorizar diferentes tipos de conocimiento acerca de la cognición, [(parte a)]». En este sentido elaboró una tabla que se considera pertinente reproducir, Tabla 3.1.

Tabla 3.1.- Tipos de componentes metacognitivas.

Fuente: Lai, 2011.

Metacognitive Component	Type	Terminology	Citation
Cognitive knowledge	Knowledge about oneself as a learner and factors affecting cognition	Person and task knowledge	Flavell, 1979
		Self-appraisal	Paris & Winograd, 1990
		Epistemological understanding	Kuhn & Dean, 2004
	Awareness and management of cognition, including knowledge about strategies	Declarative knowledge	Cross & Paris, 1988 Schraw et al., 2006 Schraw & Moshman, 1995
		Procedural knowledge	Cross & Paris, 1988 Kuhn & Dean, 2004 Schraw et al., 2006
		Strategy knowledge	Flavell, 1979
Knowledge about why and when to use a given strategy	Conditional knowledge	Schraw et al., 2006	
Cognitive regulation	Identification and selection of appropriate strategies and allocation of resources	Planning	Cross & Paris, 1988 Paris & Winograd, 1990 Schraw et al., 2006 Schraw & Moshman, 1995 Whitebread et al., 2009
	Attending to and being aware of comprehension and task performance	Monitoring or regulating	Cross & Paris, 1988 Paris & Winograd, 1990 Schraw et al., 2006 Schraw & Moshman, 1995 Whitebread et al., 2009
	Assessing the processes and products of one's learning, and revisiting and revising learning goals	Cognitive experiences	Flavell, 1979
		Evaluating	Cross & Paris, 1988 Paris & Winograd, 1990 Schraw et al., 2006 Schraw & Moshman, 1995 Whitebread et al., 2009

Seguindo a Lai (2011), lo adecuado es acudir a las fuentes primarias⁷, en este caso Flavell (1979):

«Define el **conocimiento cognitivo** como el que un individuo tiene, acerca de las fortalezas y limitaciones de su propio conocimiento [es decir, de

⁷ Este criterio se sigue en esta investigación, en todos los casos en que ha sido adecuado y posible.

lo que realmente sabe, hasta dónde sabe, y de lo que no sabe], incluyendo los factores (internos y externos) que afectan a su cognición.

Los clasifica en tres tipos:

- a) Conocimiento personal: lo que cree y lo que tiene, acerca de las personas como seres con capacidad de procesamiento cognitivo. [Es decir, de someter datos, información y conocimiento a una serie de procesos, que los transforman, los relacionan, los reutilizan y le permiten crear otros nuevos].
- b) Conocimiento de la tarea: lo que sabe acerca de lo que necesita para realizar una determinada tarea concreta.
- c) Conocimiento de la estrategia [cognitiva]: cómo implementarla del modo más útil [favorable, eficaz y eficiente].

Los tres tipos interactúan entre sí; por ejemplo, cuando decimos: ¿Es mejor la estrategia A que la estrategia B para resolver la tarea X en lugar de la Y, teniendo en cuenta que tengo más conocimientos personales de M que de N?

Investigadores posteriores han perfeccionado este marco inicial; fundamentalmente al distinguir los tipos: conocimiento declarativo (forma de explicarlo) y procedimental (modo de ejecutarlo), en el conocimiento personal.

El conocimiento procedimental incluye la concienciación y la gestión de la cognición, incluyendo el conocimiento de sus estrategias. Diversos autores, Lai (2011), señalan que el conocimiento cognitivo es de 'desarrollo tardío', en el sentido en que los niños y adolescentes suelen presentar un déficit del mismo. «No obstante, muchos adultos tienen dificultades para explicar sobre su pensamiento, a pesar de que dicha capacidad tiende a mejorar con la edad».

Acción de monitorear la cognición

Diversos autores, Lai (2011), han justificado que el monitorear la cognición incluye diversas actividades, tales como: planificación, seguimiento o regulación [ajuste] y evaluación.

«La planificación implica la identificación y selección de estrategias apropiadas, así como la asignación de recursos. Normalmente incluye la selección de metas, la activación de conocimientos básicos, y un presupuesto temporal para su ejecución.

El seguimiento o la regulación implican entender y atender de manera consciente las tareas y cómo se desarrollan estas; puede incluir también autopruebas.

La evaluación, por último, se define cómo [se valoran y] se aprecian los productos y procesos regulatorios del aprendizaje propio; puede incluir [y es conveniente hacerlo] repasar y revisar los objetivos generales iniciales del ‘problema a resolver’».

«Flavell (1979) señala que la acción de monitorear tiene lugar en el contexto de ‘experiencias cognitivas’, perspicacias o percepciones que uno experimenta durante la cognición, [p.e.: “no estoy entendiendo esto”]. Estas experiencias sirven como ‘control de calidad’, que ayuda a los estudiantes [a los que aprenden] a revisar sus metas».

III.2.2.- Relación de la metacognición con otros constructos

Se trata de un campo de investigación y de actuación que pertenece a la psicología cognitiva.

Bastantes investigadores, Lai (2011), han relacionado la metacognición con diferentes constructos (meta y competencias específicas), entre los que se encuentran: metamemoria, pensamiento crítico, motivación, emoción,

resolución de problemas (especialmente de tipo matemático), comprensión lectora, pensamiento computacional, etc. Algunos de estos constructos o conceptos se abordan, especialmente, en la investigación empírica de este trabajo (Capítulos VII, VIII y IX).

Aquí interesa más citar la relación de la metacognición con el 'aprendizaje eficaz', el 'aprendizaje activo' o con el 'aprendizaje significativo' (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978), frente al 'aprendizaje por repetición'; los anteriores tienen una base constructivista, y se refuerzan mediante el desarrollo de habilidades metacognitivas.

No se trata de abordar las teorías del aprendizaje, que no son objeto directo de esta investigación teórica; aunque sí se trata de insistir en:

'la metacognición es una de las áreas de investigación que más ha contribuido a la configuración de las nuevas concepciones del aprendizaje y de la educación (instrucción más formación del carácter); y que es una metacompetencia esencial en la educación y formación para el siglo XXI'.

Lo importante de la metacognición en relación con los tipos de aprendizaje anteriores (a excepción del de repetición) es que la metacognición refuerza el aprendizaje significativo. Ya que enseña la habilidad de 'aprender a aprender', es la base del 'autoaprendizaje', capital en la formación continua o permanente, y que se ha de comenzar a desarrollar desde edades tempranas en el seno del sistema inicial formal.

Algunas habilidades metacognitivas y autorreguladoras

Sintetizando aspectos relevantes para la investigación empírica, implícitos en el primer apartado:

- Cómo evaluar la propia ejecución cognitiva.
- Cómo seleccionar una estrategia adecuada para resolver un problema determinado.
- Cómo enfocar la atención a un problema.
- Cómo decidir cuándo detener la actividad en la resolución de un problema complejo.
- Cómo determinar si uno comprende lo que está viendo, leyendo o escuchando.
- Cómo transferir los principios o estrategias aprendidos de una situación a otra.
- Conocer las demandas de la tarea.
- Conocer los medios para lograr las metas.
- Conocer las capacidades propias (cualitativas y cuantitativas) y cómo compensar las deficiencias.
- Cómo determinar si las metas son consistentes con las capacidades personales, y hasta cuánto lo son.

Indudablemente junto a las habilidades hay que definir unos indicadores y un procedimiento de valoración y evaluación del grado de desarrollo alcanzado.

Este aspecto se puede ampliar, con un enfoque simple (centrado en el aprendizaje significativo), en Ballester Ballori (2002), y con un alcance mayor en extensión y profundidad (centrado en la metacognición) en (Hacker, Dunlosky & Graesser, 2009).

Enseñando a los niños a pensar acerca de su forma de pensar

Se ha tomado este subtítulo de un comentario escrito por M. Taylor (2012) en la web de la red *Imagination Soup*: “*Teach Kids to Think About Their Thinking-Metacognition*”.

R. Fisher, (1998), aborda este aspecto de cómo se desarrolla esta metacompetencia en niños:

«La Metacognición ha sido relacionada con la capacidad de lectura y escritura. Aunque los déficits metacognitivos no son responsables de los problemas de lectura, existen evidencias sustanciales de que muchos ‘lectores’ (y ‘escritores’) no son conscientes ni de los elementos estratégicos de resolución de problemas en su enfoque de las tareas ni de las estrategias de enseñanza metacognitivas; como p.e. de que la ‘enseñanza recíproca’ produce mejoras evidentes en los lectores menos aventajados».

Este mismo autor aporta evidencias, de diferentes investigadores, afirmando:

«La Metacognición está directamente relacionada con el éxito en el aprendizaje de las ciencias y de las matemáticas. Los investigadores defienden con convicción que existen elementos cognitivos en el pensamiento que pueden ayudar a la transferencia de aprendizaje; especialmente si la enseñanza explicita objetivos metacognitivos, como procedimiento esencial de la propia actividad de aprendizaje. Los estudiantes que ‘son buenos’ en la transferencia aplican la misma clase de estrategias metacognitivas en ciencias, matemáticas, inglés [en nuestro caso español] o en cualquier disciplina. Una estrategia que guía su forma de abordar y solucionar los problemas, de buscar la información que necesitan, de comprobar el progreso en la resolución y de cambiar las estrategias cuando las cosas van mal»

A continuación aborda cómo aprenden a hacerlo, pero esto excede al propósito de este apartado.

Nuestra investigación empírica, y una pequeña parte de la teórica, dedican atención especial al pensamiento computacional. Cox (2005) ha revisado la literatura de la relación entre estos dos constructos: *Metacognition in computation: A selected Research review*. En el Capítulo VI se incide en este aspecto, al igual que se hace en el Capítulo VII.

III.2.3.- Neuroeducación y Metacognición

El libro de Zull (2011) es premonitorio, y orientador para esta tesis, al respecto: *From Brain to Mind: Using Neuroscience to Guide Change in Education*. También De Jong, van Gog, Jenks, Manlove, van Hell, Jolles van Merriënboer, van Leeuwen y Boschloo (2008) escribieron un libro (aquí se orienta para acceder al informe final) sobre las potenciales relaciones entre la neurociencia cognitiva y las ciencias de la educación; el libro es el resultado del Proyecto *Explorations in Learning and the Brain*, que fue modesto en tamaño y financiación.

Los avances en neurociencia cognitiva, ya indicados en el apartado anterior, permiten abordar problemas y constatar hipótesis que hace poco tiempo eran inimaginables. En el apartado anterior ya se han incluido algunas consideraciones de J.A. Marina (2011) acerca de los dos aspectos en los que hay que centrar la relación entre el cerebro y la educación.

S. Fleming, de la *University College London*, es uno de los que (quizás el que) lidera la investigación. Su libro (2014) *The Cognitive Neuroscience of Metacognition* es una referencia obligada a nivel internacional.

Los conocimientos y la comprensión de la neurociencia de la metacognición se encuentran en sus inicios. Se sabe que la metacognición se puede estimular mediante medicación y estímulos en el cerebro; aunque también se puede

conseguir mediante la meditación⁸ (y aquí el *mindfulness*, por ejemplo, puede jugar un papel importante). Parece ser que la capacidad metacognitiva reside en el lóbulo central del cerebro, concretamente en la corteza prefrontal anterior.

Una aportación relevante, en la línea de nuestro trabajo es la de Weil L.G., Fleming, Dumontheil, Kilford, Weil R.S., Rees, Dolan, y Blakemore (2013), *The development of metacognitive ability in adolescence*. En la que investigan cómo se desarrolla en la adolescencia una habilidad metacognitiva específica: la relación entre el desempeño de tareas y la confianza en uno mismo; una etapa de la vida asociada con la emergencia del concepto de uno mismo ('del yo', de su identidad), y de la mejora de su toma de conciencia (concienciación). La habilidad metacognitiva mejora significativamente durante la adolescencia, alcanzando su cima en la adolescencia tardía, permaneciendo más o menos invariable (plana) en la edad adulta.

Posiblemente se trata de una metacompetencia que tienen que aprender los profesores (y que alguien se la tiene que enseñar, y les debe guiar y seguir en su aprendizaje, ejerciendo de orientador), para que sepan cómo enseñársela ellos a los estudiantes (aprendan a ser más metacognitivos) para que pueden desarrollar y cultivar esta importante capacidad de la educación y formación del siglo XXI.

III.3.- Acerca de la inteligencia

Se pretende dar una visión muy simplificada de este antiguo, complejo y difícil concepto⁹, que es necesario a la hora de desarrollar un marco conceptual para comprender y desarrollar la educación y la formación que necesitan las

⁸ Hay que señalar que la metacognición también se denomina 'introspección'.

⁹ Orientando, para su desarrollo y ampliación, hacia bases actuales y rigurosas de la misma, y a ser posible que muestren diferentes puntos de vista; condición que parece esencial en estos momentos de volatilidad y de conocimientos inciertos, por su falta de rigor, de contraste o de exceso de generalización inapropiada. En un mundo en el que, además, existe un exceso de información, negación hacia todo lo anterior, tendencia a movimientos disruptivos y una confusión generalizada; y en el que se necesita alcanzar un equilibrio estable, dinámico y flexible.

personas para alcanzar sus metas en la sociedad del conocimiento y en un entorno VUCA.

La visión se debería establecer desde la perspectiva de dos grandes grupos que generan conocimiento: i) científicos, teóricos¹⁰, académicos procedentes de diversos campos del saber hasta ahora independientes; y ii) practicantes¹¹, educadores, filósofos de la educación y sus divulgadores.

Las definiciones, o la aproximación a las mismas, procedentes de ambos grupos son diferentes, necesarias y complementarias. Cada vez, en el momento actual, es más usual tratar la inteligencia (y más generalmente la cognición) en el contexto de definiciones aplicadas u operacionales, es decir, para su uso, aunque sean menos precisas y universales que las definiciones teóricas. Se trata de definiciones en extenso que no son nuevas en la ciencia: capacidad de aprender, razonar bien, resolver problemas nuevos, emprender tareas con significado y desafíos, a menudo impredecibles, a los que se enfrenta el ser humano y la sociedad en la vida cotidiana, etc.

Una perspectiva macro

Para el desarrollo de los apartados (§ III.4.) y (§ III.5.), se han seleccionado las fuentes siguientes: i) *The Cambridge Handbook of Intelligence*, Stenberg y Kaufman, (2011), y el pensamiento de J.A. Marina para una teoría de la inteligencia (web, 2017).

El *Handbook* es una fuente imprescindible para las personas interesadas en conocer los últimos alcances en inteligencia, así como las líneas de futuro que se abren, Fig. 3.3.

¹⁰ Que intentan construir una teoría, con sus exigencias científicas y un fundamento universal.

¹¹ Maestros y profesores desde la realidad de las aulas, la reflexión y su apuesta por una educación repensada, útil, aunque sin un fundamento universal. De ahí la proliferación de definiciones o constructos de la inteligencia acompañadas de un adjetivo, como se tratará en el apartado siguiente.

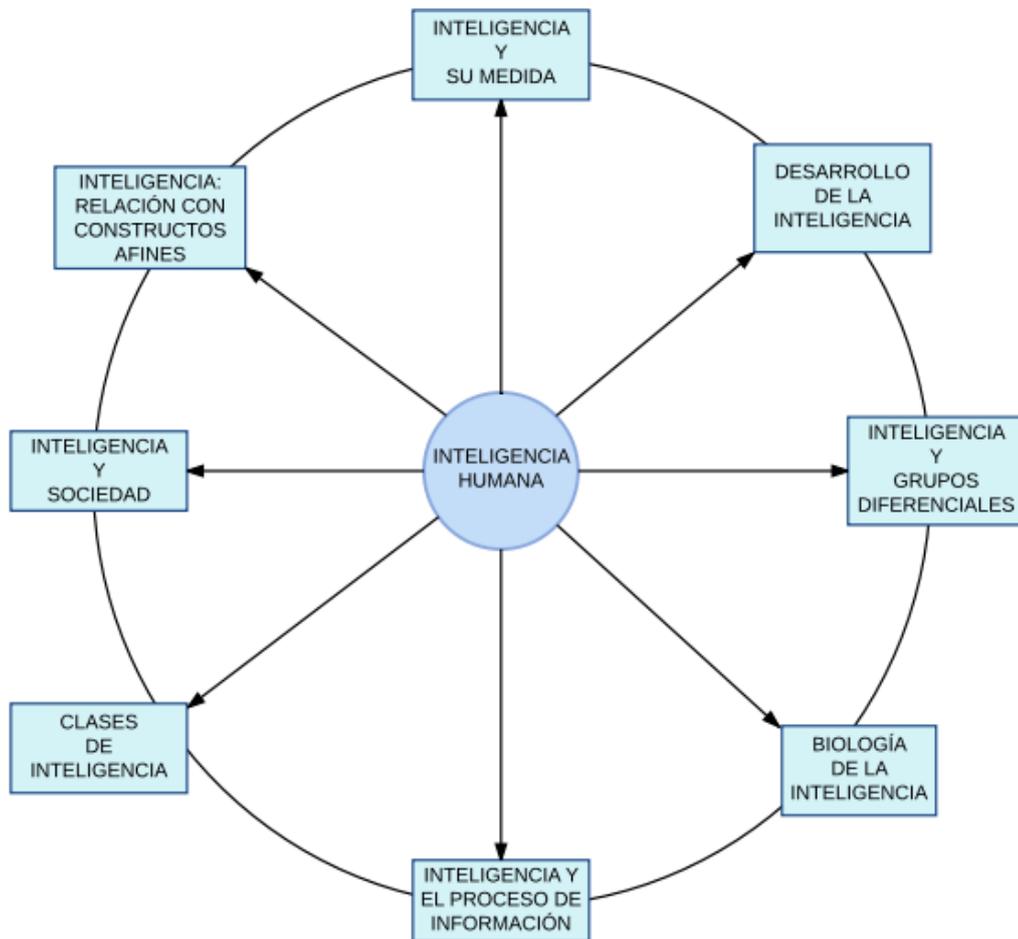


Fig. 3.3.- Índice de contenidos de The Cambridge Handbook of Intelligence
 Fuente: Elaboración propia, a partir de Stenberg y Kaufman (2011).

Las Figs. 3.4. y 3.5. desarrollan y complementan la anterior para un mejor conocimiento de los contenidos del *Handbook*; seleccionando además los capítulos más relevantes para esta investigación teórica.

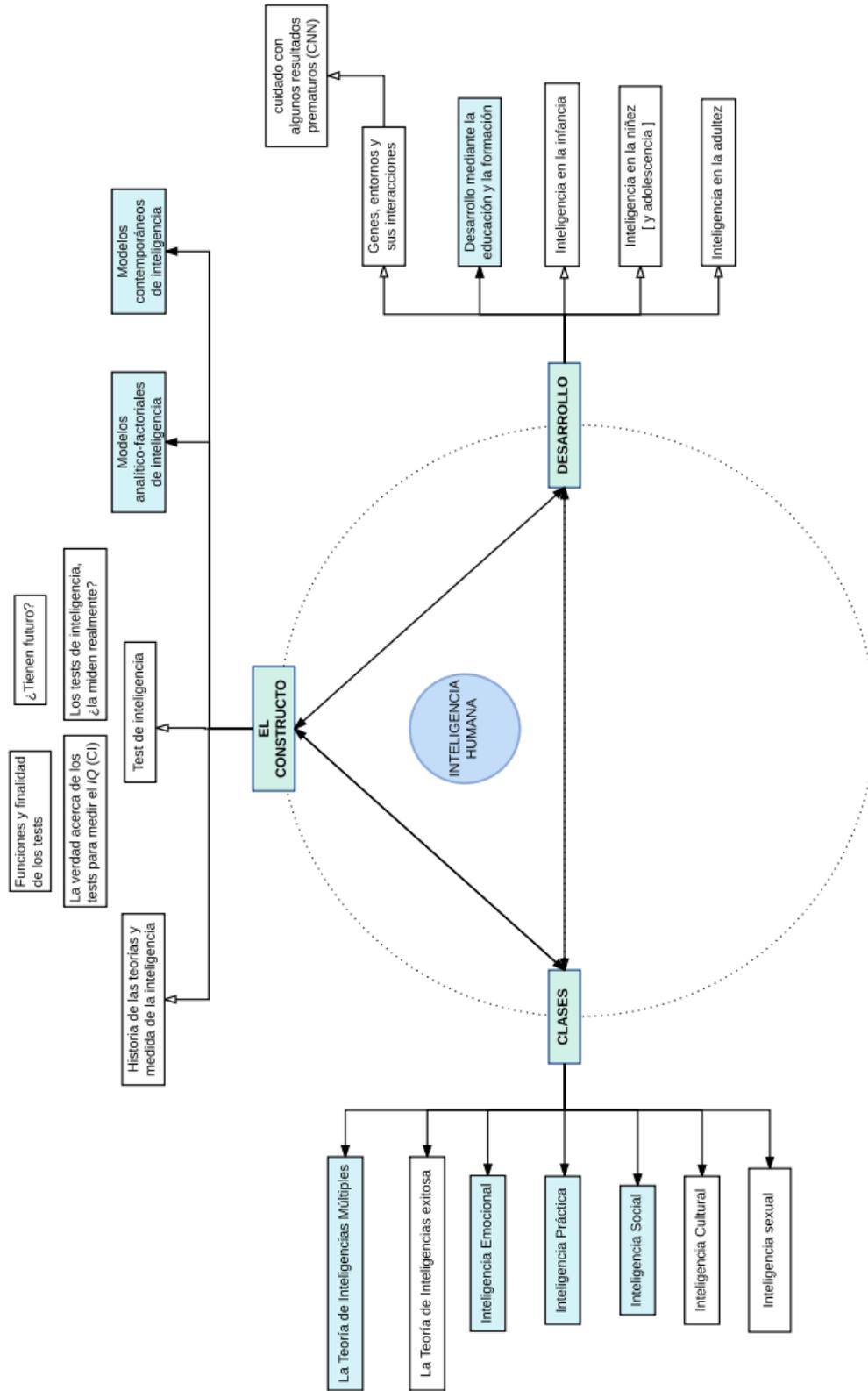


Fig. 3.4.- Índice de contenidos más relevantes, para este marco conceptual, de *The Cambridge Handbook of Intelligence*
 Fuente: Elaboración propia a partir de Stenberg y Kaufman (2011).

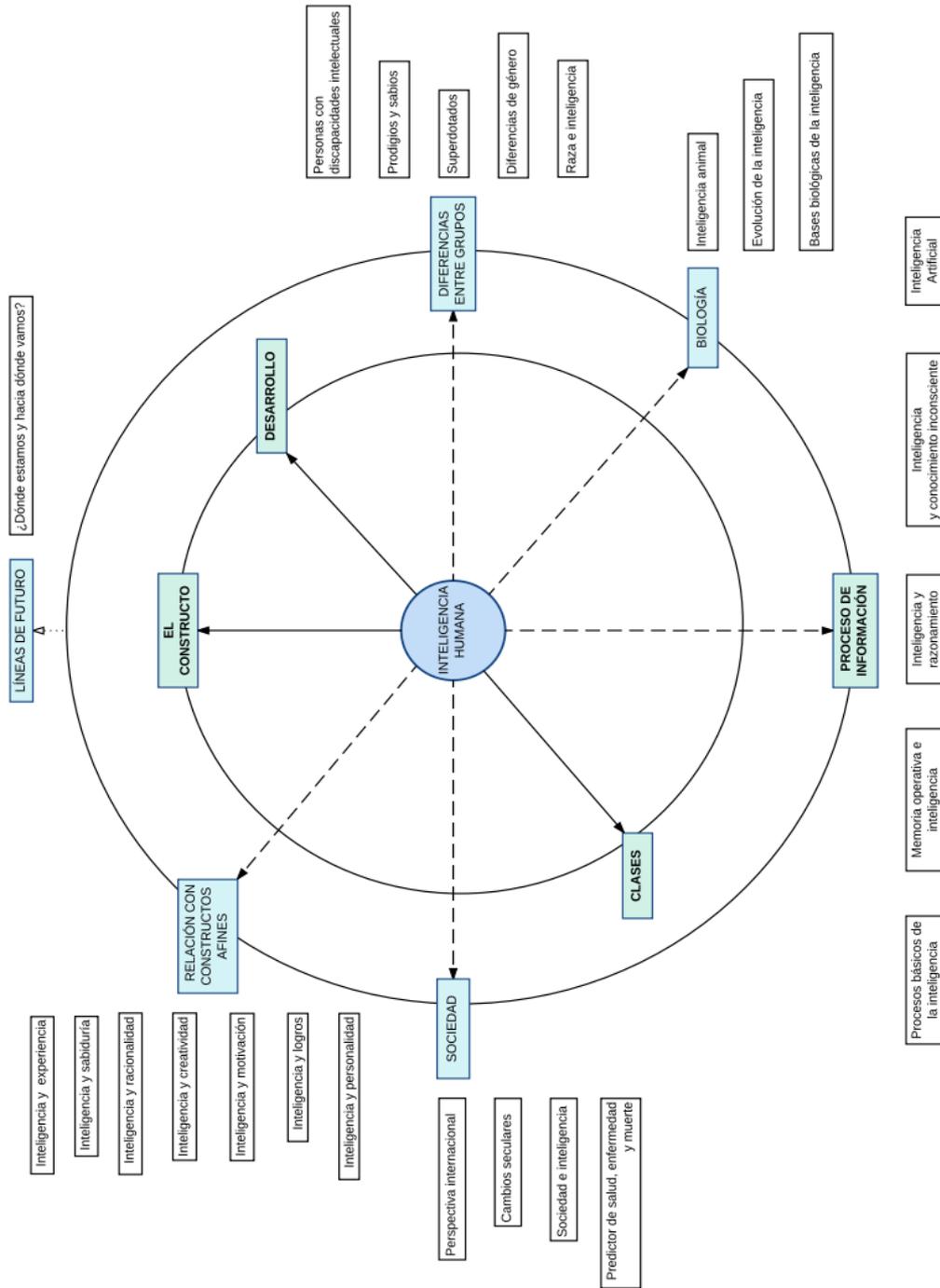


Fig. 3.5.- Índice de contenidos menos relevantes (con sus contenidos), para esta investigación teórica, de *The Cambridge Handbook of Intelligence*. Fuente: Elaboración propia a partir de Stenberg y Kaufman (2011).

III. 3.1.- ¿Qué se conoce en el momento actual?

Los filósofos griegos ya tenían un concepto intuitivo acerca de la inteligencia. Platón afirmaba que la inteligencia “es el amor por el aprendizaje; el amor por la verdad”. Etimológicamente la palabra procede del latín *intelligentia*, que a su vez deriva de *inteligere*. Esta es una palabra compuesta por otros dos términos: *intus* (“entre”) y *legere* (“escoger”). Por lo tanto, el origen etimológico del concepto de inteligencia hace referencia a quien sabe elegir.

Todavía no existe acuerdo, ni entre científicos ni entre practicantes, acerca de si la inteligencia de un individuo es una, es decir, si tiene un único nivel total de inteligencia (**inteligencia general**), o si por el contrario lo que se denomina inteligencia es realmente un conjunto de habilidades cognitivas de orden superior; de capacidades separadas y más o menos independientes entre sí (**inteligencias factoriales**). Los defensores de la primera opción afirman que cada persona tiene un único nivel o capacidad de habilidad cognitiva, que se conoce como factor *g*; se trata de una teoría de un único factor, frente a los segundos que se inclinan por una teoría multifactorial (Mackintosh, N.J., 2011).

Partidarios genuinos de que sólo existe un nivel total de inteligencia (*g*) son: (Spearman, Ch., 1904, 1923) y (Jensen, A.R., 1998); una teoría sustentada en la medida que aportan los famosos test de inteligencia del C.I. (Coeficiente Intelectual).

Entre los partidarios de la teoría multifactorial los hay de diferentes tipos:

- a) Los partidarios de que la inteligencia está compuesta por una serie de habilidades diversas y discretas: (Thurstone, 1938)¹², (Cattle, 1941), (Horn & Cattle, 1966), (Caroll, 1993). Integrando las aportaciones de

¹² Spearman y Thurstone representan los dos extremos del continuo inicial, aunque al final ambos se desplazaron hacia el centro.

estos investigadores se ha desarrollado la teoría CHC (Cattel-Horn-Carroll), que se sigue perfeccionando; y,

b) Los que se fijan en diferentes procesos mentales (planificación, atención, información; en un proceso que puede ser gradual, secuencial o directamente holístico), más que en habilidades concretas (Kaufman, J.C.; Kaufman, A.S.; Kaufman-Singer, J.; Kaufman, N.L., 2005), (Luria, 1980), (Kaufman, A.S.; Kaufman, N.L.; Goldsmith, B.Z., 1984), etc.

Además, existen

c) Otras formulaciones: la **Teoría Triádica** de R. Sternberg (1982, 1985, 2003, 2005); la de **Múltiples Inteligencias** de H. Gardner (1983, 1999); y la de la **Racionalidad (pensamiento racional)** de K.E. Stanovich (2009).

Ch. Spearman (1904) propuso un concepto de inteligencia que es el más aceptado por autores y usuarios de test de inteligencia. Su idea es que cada ser humano tiene un cierto nivel general de habilidad intelectual, que puede demostrar en la mayoría de áreas de actividad o de emprendimiento, aunque el mismo se exprese de forma diferente en distintas circunstancias. Su teoría resulta atractiva desde la perspectiva del sentido común. La mayoría de los test utilizados están basados, al menos en parte, en la teoría de que la inteligencia es una habilidad general de la persona. Ahora bien, la experiencia indica que algunos problemas requieren para su solución tener habilidades adicionales a la *g*.

La gran aportación de Spearman fue la del factor general, *g*, mediante una nueva técnica estadística (análisis factorial), que analizaba la correlación entre conjuntos de variables. Esta técnica demostró que los resultados de todos los test mentales están correlacionados positivamente; lo cual proporcionó una

evidencia convincente de que el comportamiento inteligente es debido a una «metafórica piscina» de energía mental¹³.

La definición más acertada dada acerca de la inteligencia general es, quizá, la de E.G. Boring (1923): “la inteligencia es lo que miden los test”. A través de ellos se mide el C.I., que es el resultado total calculado a partir de uno de los test estandarizados, diseñados para evaluar la inteligencia humana. Los tres más importantes son: Stanford-Binet, Raven's *Progressive Matrices*, Wechsler *Adult Intelligence Scale*, Wechsler-Bellevue.

Respecto a la inteligencia general es relevante la consideración de Anderson (1992):

«La inteligencia general no puede, por definición, ser específica de ningún ámbito del conocimiento. Por lo tanto, debe ser bien una función de un proceso de control cognitivo presente en todos los ámbitos o bien una propiedad fisiológica no cognoscitiva del cerebro. En ambos casos debe ser posible encontrar correlatos de la inteligencia general en tareas que son relativamente libres de conocimiento».

La teoría multifactorial más conocida es la de Castell & Horn (**modelo GfGc de Cattle y Horn**, 1978), que propone dos tipos de inteligencia: Gf y Gc, que son la “inteligencia fluida” y la “inteligencia cristalizada”.

Posteriormente, J.B. Carroll (1993, 1997) desarrolló la teoría de los tres estratos jerarquizados:

«existe un elevado grado de diferencias individuales en la habilidad cognitiva, y se pueden establecer las relaciones entre ellas clasificándolas en tres estratos: I) capacidades “estrechas”, II)

¹³ Aunque autores que posteriormente propusieron la teoría de inteligencias múltiples rechazan esta interpretación, su análisis factorial sigue siendo una de las herramientas de investigación sobre la inteligencia más importantes del siglo XXI.

capacidades “amplias”, y III) que consiste en una sola capacidad “general”».

Esta teoría se diferencia de la anterior en varios aspectos substanciales. Ambos se integraron posteriormente, dando lugar a la **Teoría CHC**¹⁴; esta teoría sintetiza dos de las teorías multifactoriales de habilidades intelectuales más ampliamente reconocidas; es una teoría que todavía se encuentra en evolución.

Los estratos de Carroll contienen los siguientes factores:

- Estrato I, contiene los factores Gf y Gc .
- Estrato II, incluye habilidades adicionales: Gv (pensamiento visual-espacial); Ga (procesamiento auditivo); Gs (velocidad de procesamiento, celeridad de la atención); Gt (velocidad o tiempo de decisión/reacción); Gsm (memoria inmediata o a corto plazo); Gr (almacenamiento a largo plazo y recuperación); Grw (habilidades de lectura y escritura)¹⁵.
- Estrato III, el más general, se refiere a un único factor de inteligencia general, Gw (razonamiento), que es similar, aunque diferente, del razonamiento cualitativo que se encuentra dentro del factor Gf .

III.3.2.- Modelos contemporáneos de inteligencia

Existe, al menos, una dificultad para establecer una teoría acerca de la inteligencia; esta es que se puede definir, evaluar y estudiar al menos desde tres niveles diferentes¹⁶:

- **Psicométrico.** Es el más antiguo y ha sido el más prolífico desde el punto de vista de publicaciones y de aplicaciones prácticas. Se focaliza en las diferencias individuales al resolver test de habilidades mentales.

¹⁴ CHC: Cattell-Horn-Carroll.

¹⁵ Que se corresponden, a grandes rasgos, con las siete inteligencias de Gardner.

¹⁶ Que dan lugar a los correspondientes modelos, algunos de ellos citados anteriormente.

- **Psicológico.** Se focaliza en estudiar la relación entre la actividad cerebral y la habilidad mental. Trata de determinar las bases neurológicas de la inteligencia¹⁷.
- **Social.** Se focaliza en la utilidad social de la inteligencia; considera las habilidades funcionales (innatas) y el saber hacer (aprendidas) de los individuos, que dan lugar a contribuciones [más o menos] significativas para sus sociedades. Es un nivel que está de moda; sus modelos consideran que la inteligencia es un sistema dinámico complejo, que incluye interacciones entre procesos mentales, influencias contextuales y diferentes habilidades que pueden estar o no reconocidas en el nivel o marco académico. A este nivel pertenecen las teorías de R. Sternberg, H. Gardner y los modelos de inteligencia emocional. Tienen sus fortalezas y debilidades, que no son relevantes para esta investigación teórica.

Cada nivel tiene sus propios conceptos organizativos, sus hipótesis, metodologías de investigación, y conclusiones que pueden limitar las comparaciones y alcanzar consensos.

Como síntesis, se incluyen definiciones de inteligencia, que son significativas:

Eysenck¹⁸ (1998): «la inteligencia es la capacidad para lograr el éxito en la resolución de problemas, la habilidad para aprender, la capacidad para aplicar soluciones “neogenéticas”, comprender instrucciones complejas o simplemente una habilidad cognitiva versátil».

¹⁷ Por ejemplo, el modelo de plasticidad neuronal de inteligencia. Su principal objeción: se tardará, todavía, en conocer las bases neuronales de la inteligencia.

¹⁸ Ha sido uno de los científicos más influyentes de la Psicología. Logró construir un verdadero paradigma de la personalidad. Ha sido un destacado defensor del papel de la herencia y de la biología en los rasgos de personalidad, y como consecuencia de la inteligencia (su modelo es esencialmente biológico).

La APA (1995) convocó a un grupo especial (*task force*) de expertos, de diferentes universidades norteamericanas, para lograr una definición de consenso. La propuesta acordada fue la siguiente:

«Los individuos se diferencian unos de otros en su capacidad para comprender ideas complejas, para adaptarse eficaz y efectivamente al medio, para aprender de la experiencia, para desenvolverse utilizando diferentes formas de razonamiento, para superar obstáculos mediante su pensamiento, ideas, e intenciones. Aunque estas diferencias individuales pueden ser sustanciales, nunca son completamente permanentes: el desempeño intelectual de una persona determinada variará en diferentes circunstancias, en diferentes dominios, y según los criterios que se apliquen. Los conceptos de 'inteligencia' son tentativas para clarificar y organizar este complejo conjunto de fenómenos» (Neisser, (Chair), 1996).

La segunda definición de inteligencia se debe a «Corrientes científicas principales acerca de la inteligencia» (1994)¹⁹, manifiesto firmado por 52 investigadores especializados en la inteligencia:

«Es una capacidad mental muy general que, entre otras cosas, incluye la capacidad de razonar, de planear, de solucionar problemas, de pensar en abstracto, de comprender ideas complejas, de aprender rápidamente y de aprender de la experiencia. No es simplemente ser capaz de leer libros, habilidad académica de corto alcance, o de sacar buenas puntuaciones en los test correspondientes. Más bien refleja una capacidad más amplia y profunda, para comprender nuestros entornos: «atrapando» (en sentido figurado) lo que nos llama la atención o

¹⁹ *Mainstream Science on Intelligence.*

interesa, «dotando de sentido» a las cosas e «imaginando» qué hacer», (Gottfredson, 1997).

Estas definiciones se orientan, sobre todo y algunas exclusivamente, a las capacidades cognitivas de la persona, la **inteligencia cognitiva**; por lo que se complementarán en los dos apartados siguientes.

III.4.- Desarrollo de la inteligencia mediante la educación

«Los resultados de las investigaciones corroboran lo que el sentido común asiente», (Nickerson, 2011).

Veamos algunos asentimientos sancionados por la investigación:

A.- Inteligencia es genes (*Nature*) más factores ambientales (*Nurture*)

La inteligencia (independientemente de cómo se defina) es producto de la combinación de factores genéticos y ambientales. Un tema de estudio y de debate permanente es: ¿cuál es la importancia relativa de ambos factores? La realidad es que es difícil determinarlo, ya que no se conocen todavía bien las distintas formas de interacción entre la genética y los factores ambientales.

Sintetizando los resultados existentes hasta el momento:

- 1) Se reconoce que la herencia es un importante factor determinante de la inteligencia.
- 2) Se desconoce hasta qué punto la herencia determina la inteligencia de una persona.
- 3) La mayoría de las estimaciones coinciden en que, a pesar de la influencia de la herencia, los factores no hereditarios tienen un margen considerable de influencia.

Nisbett (2009) estima que la contribución de la genética a la inteligencia es probablemente alrededor del 50% como máximo; el resto es debido a la influencia de factores ambientales.

B.- Existen razones para afirmar que la inteligencia es cambiante, o que se puede desarrollar (para bien o para mal) mediante el entrenamiento, como consecuencia de la influencia de los factores ambientales, especialmente mediante la educación, la instrucción, el entrenamiento, o, en general, el aprendizaje.

Razones que permiten afirmar que la inteligencia es modificable:

- La experiencia tiene efectos sobre el sistema nervioso central.
- Los cambios en la inteligencia media a lo largo del tiempo.
- Los cambios en el C.I. individual a lo largo del tiempo.
- Los efectos de las convicciones acerca de la misma.
- Influencia de la motivación en la inteligencia.
- La inteligencia y la maleabilidad de la memoria operativa.
- Los cambios de la inteligencia con la edad, medidos a través del CI.

C.- ¿Qué se puede enseñar [aprender] para aumentar la habilidad personal en tareas que exigen habilidades cognitivas?

Aumentar el C.I. de una persona es interesante, aunque no es lo más importante para mejorar la inteligencia de una persona.

Nickerson (2011) afirma, y el sentido común refrenda:

« Imaginemos que mediante la educación fuese posible o bien:

a.- Subir el CI propio

o, por el contrario:

b.- Aumentar la habilidad personal para aprender, para razonar bien, para resolver problemas nuevos, y desenvolverse eficazmente frente a los desafíos de la vida cotidiana;

pero no fuese posible alcanzar ambos objetivos. Indudablemente las preferencias serían alcanzar el segundo objetivo antes que el primero. El argumento de que consiguiendo el primero se logra el segundo no es sostenible, (pag.118)».

«La falsabilidad²⁰ del C.I., además, como indicador del desempeño cognitivo o de éxito académico es un hecho demostrado. Por otra parte, también está comprobado que aunque un aprendiz no mejore o mejore poco su C.I., puede lograr mejoras sustanciales en sus calificaciones escolares y en otros indicadores de éxito académico y, en algunos casos, éxitos en el mundo laboral y social».

«Si lo que desea es mejorar o aumentar el desempeño cognitivo de la gente, independientemente de lo que le ocurra a su C.I., ¿qué se debería hacer? Entre las posibilidades de enseñar [y aprender] para lograr esta meta, están las siguientes²¹:

- **Conocimiento.** Es importante tener conocimiento específico en áreas de interés, para resolver problemas reales en contextos determinados. También, conocimiento acerca del propio proceso de cognición y, especialmente, de cómo el razonamiento humano desaparece.

²⁰ RAE: cualidad de falsable.

²¹ Algunas de ellas ya contrastadas, y otras que necesitan mayor confirmación.

- **Lógica** (tanto formal como –quizá más importante– informal). La informal se refiere a técnicas comúnmente utilizadas para persuadir o para rebatir argumentos²².
- **Estadística**. La mayoría de problemas y de toma de decisiones reales se desarrollan en condiciones de incertidumbre; por ello es importante el pensamiento probabilístico o estadístico.
- **Habilidades cognitivas específicas**²³. Entre ellas se encuentran: enseñar métodos para mejorar el control de la atención, de la memoria (reglas nemotécnicas), la búsqueda e identificación visual (aprender a mirar y no solo ver), la capacidad de razonamiento, y el desempeño de otro tipo de tareas no contempladas en los test de inteligencia.
- **Estrategias/heurísticas**²⁴. Las estrategias para aprender son enseñables y se pueden aprender; como por ejemplo: estrategias para la resolución de problemas y para la toma de decisiones. Ciertas estrategias son generales, no específicas de una disciplina en concreto. Otras disciplinas y categorías de problemas requieren de técnicas heurísticas y de “trucos del oficio”.
- **Gestión de uno mismo y otros conocimientos/habilidades metacognitivas**. La observación y reflexión²⁵ acerca de uno mismo, junto a la gestión del conocimiento y de las capacidades propias. Es importante, también, conocer las fortalezas y debilidades de cada uno, así como aceptar la responsabilidad de aprender por uno mismo».

²² Posiblemente Nickerson se refiere a aprender a dialogar, tan importante en todos los ámbitos de la sociedad actual.

²³ Especialmente en personas mayores, aunque no exclusivas para los mismos.

²⁴ RAE: 2.- Técnica de la indagación y del descubrimiento. 4.- En algunas ciencias, manera de buscar la solución de un problema mediante métodos no rigurosos, como por tanteo, reglas empíricas, etc.

²⁵ Meditación o atención plena (*mindfulness*), que tan de moda se encuentra en el momento actual. En este caso en relación con las habilidades o capacidades, naturales y adquiridas, de uno mismo.

En estas habilidades y capacidades –y en otras– están muchas de las competencias importantes a adquirir en el siglo XXI, y que se abordarán en el Capítulo V. Conviene insistir que la visión de los autores anteriores se limita, al menos explícitamente, a desarrollar la capacidad cognitiva, quedando otras propias del ser humano fuera, por ello se incluye el subapartado siguiente.

III.5.- Clases de inteligencia

La definición de inteligencia es tan compleja y controvertida que se ha modificado el término con un conjunto de adjetivos que sigue en aumento. Realmente es un aspecto ya citado en (§ III.3.) al tratar de la teoría multifactorial de la inteligencia (defendidos por los ‘*splitters*’), y en el caso de Marina, que distingue al menos cuatro clases de inteligencia.

Por ello, se considera necesario hacer un resumen, lo más actualizado posible, acerca de las clases de inteligencia que se identifican en este momento²⁶.

En la Fig. 3.6. se muestra un abanico de las actuales clases de inteligencia; la determinación de las mismas se debe a la consideración de diversos criterios, según los autores. No está claro, en todos los casos, si los adjetivos modificadores del término se deben tomar como indicadores de diferentes tipos de inteligencia, o si se trata de distintos modos en los que se manifiesta una habilidad integral para adaptarse a exigencias o necesidades diferentes o a cualquier otra cosa.

²⁶ Por esa razón se vuelve al *Handbook* de Cambridge, como fuente básica de referencia, aunque se incluyen clases no consideradas en el mismo.

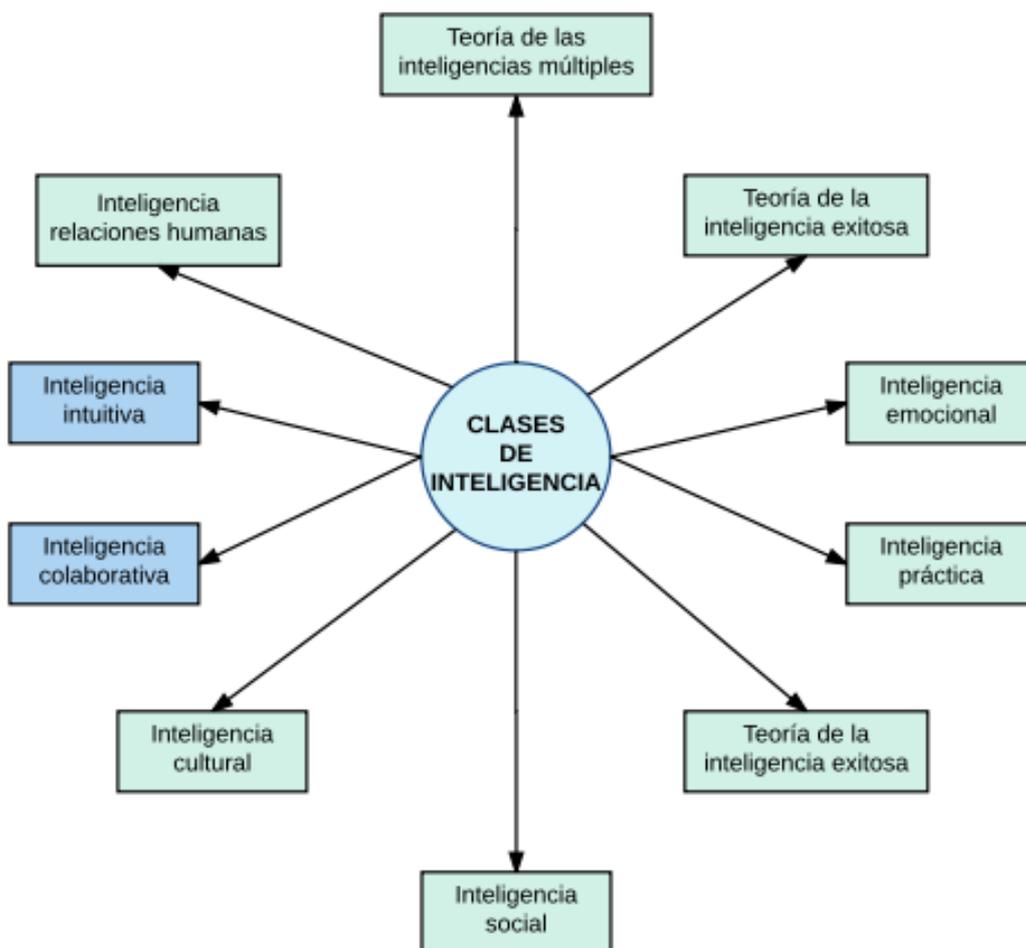


Fig.3.6.- Clases de inteligencia

Fuente: Adaptación propia, a partir de Sternberg&Kaufman, 2011.

En la investigación teórica de la tesis no es pertinente desarrollar cada una de ellas, a las que se puede acceder a través de la referencia indicada. Como muestra se han elegido tres de ellas, con el criterio de ser las más actuales y populares.

III.5.1.- Teorías de las Inteligencias múltiples

La teoría de H. Gardner (1993)

Gardner argumenta la existencia de, al menos, ocho 'inteligencias', que incluyen la lingüística, lógico-matemática, musical, espacial, corporal-cinestésica, naturalista, interpersonal e intrapersonal. Cada uno de estos

aspectos o aptitudes cumple los requisitos de poseer dos criterios biológicos, dos psicológicos del desarrollo, dos psicológicos tradicionales y dos lógicos, para que puedan ser considerados como ‘inteligencias’. Las ‘inteligencias múltiples’ de Gardner son difíciles de medir, por las propiedades y las características de las medidas que se exigen para cada una de ellas.

R. Sternberg (1991)²⁷ afirma que es difícil verificar o evaluar directamente, como inteligencias, la validez de las ocho aptitudes de Gardner. No obstante, es una de las opciones más conocidas, con mayor aceptación en las pedagogías alternativas y en la educación denominada innovadora, por lo que no es necesario incidir más en ella.

La Teoría Trá dica (R. Sternberg, 1997)

Construye su teoría sobre tres aspectos de la inteligencia:

- Inteligencia analítica.
- Inteligencia creativa.
- Inteligencia práctica,

que conforman lo que Stenberg (2011) denomina “inteligencia exitosa”.

Persigue por un lado, explicar el funcionamiento inteligente de las personas en distintos ambientes y contextos; y, por otro, provee un modelo para la identificación, intervención y evaluación de los programas educativos destinados a los alumnos con altas capacidades.

²⁷ Sternberg comenta las aportaciones de Gardner anteriores a 1993.

Una inteligencia exitosa es:

“[1] el uso de un conjunto integrado de habilidades necesarias para alcanzar el éxito en la vida; cada persona lo define de acuerdo con su contexto sociocultural:

La gente exitosa inteligente lo es en virtud de:

[2] reconocer sus fortalezas, desarrollándolas al máximo y poniéndolas en acción; al mismo tiempo, reconoce sus debilidades y encuentra la forma de corregirlas o de compensarlas.

La gente inteligentemente exitosa:

[3] se adapta y selecciona entornos (medios a su alrededor),

[4] encontrando un equilibrio en la puesta en acción y en el uso de sus habilidades analíticas, creativas y prácticas.”

Plantea un tema relevante en relación con las capacidades o habilidades académicas, en relación a los sistemas escolares de la mayor parte del mundo; estos ponen su énfasis en evaluar dos de ellas: memoria y análisis, que favorecen a los niños que poseen este tipo de capacidades, mientras que perjudican a los que son fuertes en otras. Esto es una cuestión a considerar por las organizaciones y comunidades educativas.

III.5.2.- La inteligencia emocional

Hace más de veinticinco años que existe, en la literatura científica, una teoría completa inicial acerca de la I.E. (Mayer, Salovey, Caruso & Cherkasskiy, 2011). Su definición, todavía vigente, es: «La capacidad de percibir y expresar la emoción, asimilar la emoción en el pensamiento, comprender y razonar con la emoción, y regular la emoción en el yo y en los demás».

Unos pocos años después de la publicación de los artículos iniciales por los científicos citados (1990), se escribió un libro para la audiencia no especializada: «Inteligencia Emocional», cuyo autor fue D. Goleman (1996); el mismo se constituyó en un éxito editorial de alcance mundial²⁸. Posteriormente ha publicado diversos libros sobre temas relacionados, destacando: «La práctica de la inteligencia emocional» (1998).

En la Tabla 3.2. se resume una aproximación integradora de la definición operativa de I.E.

Como conclusión:

- «Cada vez existe mayor consenso acerca de que la inteligencia emocional implica la capacidad de razonar acertadamente con la emoción y la información emocional, y de que la emoción mejora la capacidad de pensar».
- «Se tiende cada vez más “eliminar” aquellas conceptualizaciones que no tienen sentido denominarse IE, que se “trasplantan” al campo de la psicología de la personalidad, en la que encajan perfectamente».
- «La investigación actual sugieren que los modelos de habilidad mental de la IE pueden considerarse como de inteligencia estándar, ya que cumplen empíricamente los criterios que caracterizan a la misma».
- «La IE, como consecuencia, representa una nueva y excitante área de la capacidad o habilidad humana».

²⁸ El libro recoge mucho de lo publicado hasta entonces por autores mencionados, junto a resultados de investigación relacionados con las emociones y funciones cerebrales, las emociones y el comportamiento social, y con programas escolares diseñados para ayudar a los niños a desarrollar capacidades (habilidades) emocionales y sociales. Este aspecto de relacionar las emociones con el comportamiento social fue decisivo para su promoción y éxito.

Tabla 3.2.- Descripción de un enfoque integrador para una definición general de la I.E.

Fuente: Mayer, Salovey, Caruso & Cherkasskiy, 2011.

Capacidades emocionales específicas	Ejemplos de áreas concretas
Percepción y expresión de la emoción	Identificar y expresar emociones personales en los estados físicos, sentimientos y pensamientos propios.
	Identificar y expresar emociones en otras personas, arte, lenguaje, etc.
Asimilación de la emoción en el pensamiento	El uso de las emociones, para priorizar el pensamiento en formas productivas.
	Generar emociones como ayudas para el juicio (relación lógica entre dos o más conceptos) y la memoria.
Comprensión y análisis de la emoción	Etiquetar emociones, incluyendo emociones complejas, y el reconocimiento de sentimientos simultáneos.
	Comprender las relaciones asociadas con los cambios de emociones.
Regulación reflexiva de la emoción	Estar receptivo a los sentimientos.
	Ser capaz de supervisar y regular de forma reflexiva las emociones, para promover un desarrollo emocional e intelectual.

III.5.3.- El modelo de inteligencia de J.A. Marina²⁹

Se considera oportuno terminar este apartado reflexionando sobre la propuesta de J.A. Marina, que tiene como eje central su modelo de inteligencia orientado hacia la educación, y que está basado en las últimas bases neurológicas conocidas. Se puede considerar el nexo de unión entre el preámbulo y el conjunto de los dos últimos capítulos del marco conceptual, dedicados a los

²⁹ En todo este subapartado y en el apartado siguiente se utiliza la nomenclatura de J.A. Marina.

aspectos más prácticos y directamente relacionados con esta tesis en concreto³⁰.

Marina expresa su propio pensamiento, que hay que conocer para entender su obra, en relación con la elaboración de un nuevo ‘modelo de inteligencia humana’, (Marina, 2013a), más poderoso e integrador que los anteriores. Incluye los descubrimientos de la neurociencia, de la psicología experimental y evolutiva, de las ciencias de la computación, y de la pedagogía”.

Según Marina:

La función de la inteligencia no es conocer, sino dirigir bien el comportamiento, aprovechando la mejor información posible, gestionando las emociones, y ejecutando las decisiones. Está, pues, orientada a la acción, y por eso no trata sólo con conocimientos, sino con pasiones; no trata sólo con lo real, sino con lo posible; no sólo tiene que actuar, sino también elegir el mejor modo de hacerlo. Somos híbridos de naturaleza y cultura, y la filosofía intenta descifrar los mecanismos mediante los cuales la inteligencia crea cultura, y los caminos por lo que la cultura diseña la inteligencia. Este bucle prodigioso nos lanza a una aventura en la que podemos acertar o fracasar, por lo que necesitamos unos criterios que nos permitan orientar nuestra acción.

La inteligencia es inquieta y va continuamente más allá de lo que existe. Anticipa el futuro. Mediante los proyectos descubre posibilidades. La realidad está aún sin terminar, esperando que la inteligencia humana decida qué hacer con ella. Esta es la experiencia básica que ha dirigido

³⁰ No se ha seguido el pensamiento de J.A.M. en los capítulos anteriores de esta tesis, ni se hará en los dos siguientes, a excepción de los casos en que se le cite explícitamente; no obstante, la síntesis sobre su pensamiento, que hace en su página personal, encaja perfectamente -en este momento al menos- en la orientación general de esta investigación teórica. Especialmente relevante nos parece su reflexión y propuestas en relación a la inteligencia (su teoría está en desarrollo) y el talento, y cómo desarrollarlos a través de una visión integral de la educación del ser humano. Su planteamiento práctico, social y jerarquizado nos parece muy adecuado y digno de ser considerado. Los párrafos que se citan literalmente son muy relevantes (corresponden a un verdadero “maestro” en la expresión más noble de la palabra), para una investigación como la que se pretende desarrollar.

toda mi actividad intelectual. Somos seres humildes que anticipamos una grandeza que no sabemos si llegará algún día. Nos mueve una urgencia exploradora, inventora, a veces magnífica y a veces terrible... Está siempre en precario, teniendo que decidir entre una vida ascendente y una vida descendente. La filosofía debe ser la estructura conceptual de la vida ascendente. Proyectamos grandes metas y después nos entrenamos para estar en condiciones de alcanzarlas.

Marina tiene un sueño y una meta:

“Elaborar una teoría de la inteligencia que comience en la neurología y termine en la ética”.

El modelo de inteligencia humana de Marina se simplifica con el ‘mapa’ que él mismo propone, Fig.3.7.

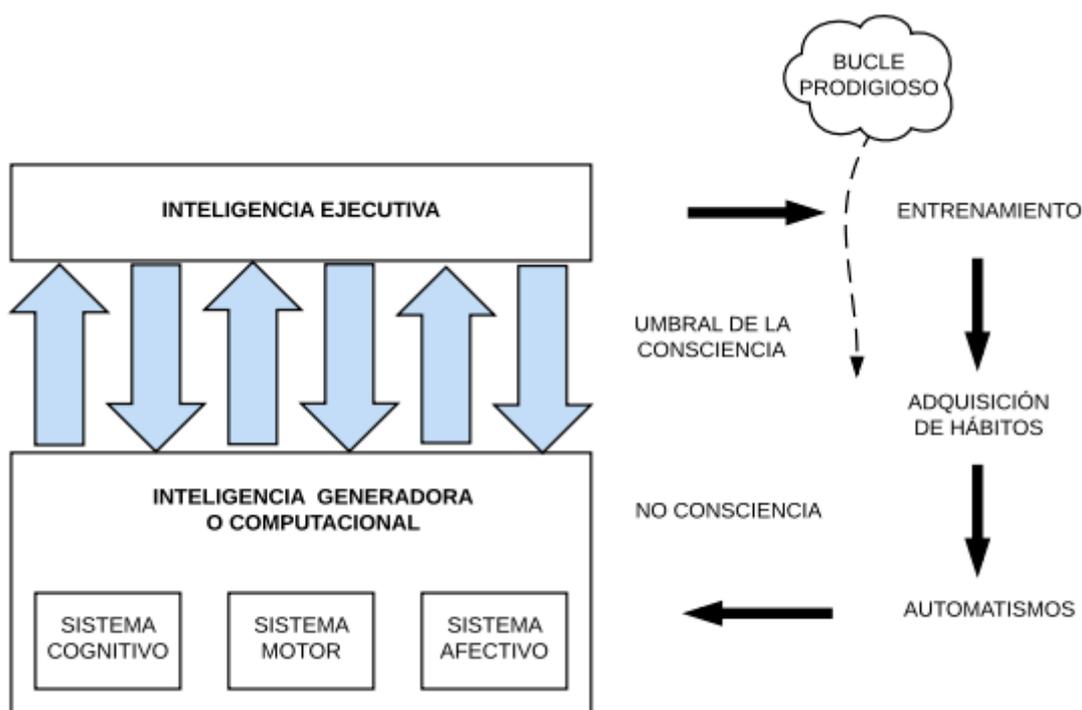


Fig.3.7.- Mapa de la inteligencia humana.

Fuente: Marina, J.A., 2016.

Su definición de inteligencia es:

“La capacidad de dirigir bien el comportamiento, eligiendo las metas, aprovechando la información y regulando las emociones”.

Es una definición “a priori”, práctica, operativa, jerárquica (dos niveles) e integradora; de utilidad, en este momento al menos, para los ‘practicantes’ de la inteligencia, es decir, los educadores, maestros, orientadores (*coaches*) y mentores. Se trata de un modelo “más poderoso e integrador que los anteriores. Incluye los descubrimientos de la neurociencia, de la psicología experimental y evolutiva, de las ciencias de la computación, y de la pedagogía”³¹, (Marina, 2013a).

Siguiendo a Marina:

La neurociencia nos indica que nuestra inteligencia se articula en dos niveles:

A.- Uno es el de la *inteligencia generadora o computacional (I.G.)*:

Hay un nivel operativo, básico, computacional, que capta continuamente información, la evalúa, elabora, guarda y relaciona, sin que sepamos cómo lo hace. Constituye un ‘inconsciente operativo’, cuya estructura y funcionamiento se empieza a conocer. Una parte de esa información – sólo una pequeña parte– pasa a estado consciente³², en forma de deseos, ideas, anticipaciones, recuerdos, etc.

...

³¹ Según Marina, “permite comprender mejor los comportamientos normales y los patológicos, y tiene claras aplicaciones clínicas y educativas”.

³² Parece consolidarse la idea de que la consciencia ayuda a dirigir mejor el comportamiento.

Podemos, pues, considerar el nivel básico de la inteligencia (I) como computadora (C) de información³³ y generadora (G) de experiencias conscientes³⁴.

...

De la inteligencia generadora emergen las percepciones, las ideas, los recuerdos, y los deseos y las emociones, es decir, la motivación. También en este campo resulta útil el [su] concepto de 'esquema'. El niño nace con algunos esquemas de interpretación de la realidad innatos. Por ejemplo, lo que denominamos 'temperamento'. La posibilidad de cambiar esos esquemas mediante la experiencia abre el paso a un nuevo tipo de educación, que es la "educación del inconsciente", es decir, de la inteligencia computacional o generadora.

La inteligencia generadora (I.G.) tiene dos dimensiones: la inteligencia cognitiva y la inteligencia emocional; pudiendo incluirse una tercera, necesaria para alcanzar algunas metas, la 'inteligencia motora', que se puede considerar subsumida tanto en la cognitiva³⁵ como, en parte, en la emocional.

El objetivo de una educación de la inteligencia generadora (I.G.) parece claro: aprender a tener buenas ideas, buenos sentimientos, ayudar a tomar decisiones, conseguir las habilidades necesarias para la acción y mantener el deseo de mejorar. En este estrato, por lo tanto, se hallan las ideas, los sentimientos, deseos, imaginaciones e impulsos.

³³ El concepto de información que utiliza Marina subsume al de conocimiento.

³⁴ Que denomina ICG.

³⁵ Tareas cognitivas son tanto las mentales como las físicas.

B.- El otro nivel es el de la **inteligencia ejecutiva (IE*)**³⁶:

A partir de la información en estado consciente, nuestra inteligencia ejecutiva evalúa, toma decisiones, acepta, rechaza, pide alternativas. En una palabra, controla hasta donde puede el funcionamiento de la ICG. Este tema está produciendo gran cantidad de investigación en los últimos años, porque se considera que no conocer bien los sistemas de autocontrol o no educarlos bien provoca muchos problemas, conflictos y desdichas.

...

James Heckman, premio Nobel de economía, ha estudiado los factores que más influyen en el éxito académico y laboral, y ha encontrado que son la capacidad para perseverar en una tarea aburrida, para aplazar la gratificación, y para seguir un plan hasta conseguir una meta. Todas ellas son funciones ejecutivas que están relacionadas con los lóbulos frontales, que ejercen como director de orquesta del resto de la actividad cerebral (Tough, 2012). Se encargan de dirigir la acción por metas no inmediatas, de evaluar los comportamientos, de tomar decisiones y de mantenerlas (pediatría Integral 2013, 2011c). La autorregulación es el mecanismo mediador entre las predisposiciones genéticas, las primeras experiencias y el funcionamiento adulto (Fonagy y Target, 2002).

“La investigación de las funciones [o habilidades] ejecutivas está en plena ebullición”. Marina, como hipótesis, trabaja con diez de ellas³⁷:

1.- **Activación cerebral intencionada.** Incluimos la activación en las funciones ejecutivas, porque en parte se puede controlar

³⁶ Según Marina (2013), A. Damasio ha elaborado la formulación más completa hasta el presente del ‘modelo ejecutivo de inteligencia’.

³⁷ Se sigue, básicamente no textualmente, la propuesta de Marina, aunque se introducen matizaciones personales (entre corchetes).

intencionalmente, tanto mediante 'potenciadores cerebrales'³⁸ como por las emociones.

2.- **Inhibición del impulso** [la respuesta]. [No dejarse llevar por la impulsividad]. Es el control básico que impide que el deseo se transforme automáticamente en acción. Frena los comportamientos compulsivos. Primer acto de la decisión.

3.- **Control de la atención**. Es la capacidad de dirigir la actividad mental a un objetivo u otro, de atender a una meta en vez de a otra, de alterar prioridades. [Poder concentrarse en una tarea, y saber evitar las distracciones]. Segundo acto de la decisión.

4.- **Establecimiento, planificación y organización de metas**. Capacidad de dirigir la actividad mental a un objetivo u otro, de atender a una meta en vez de a otra, de alterar prioridades. [La acción no va a estar ya guiada inevitablemente por el estímulo, sino por la meta elegida]. Tercer acto de decisión: entregar el control de la acción a metas inmediatas o a metas a largo plazo, a valores emocionalmente sentidos o a valores pensados, al sistema *hot* (emocional) de tomar decisiones o al sistema *cool* (racional).

5.- **Inicio de la acción**. Una cosa es elegir una meta, y otra iniciar el plan. Los psicólogos han detectado niños [y jóvenes o adultos] con gran dificultad de iniciar la tarea. Es el caso de las personas procrastinadoras, una habilidad muy importante, también, en el medio laboral y académico. Cuarto acto de decisión: iniciar la acción o aplazarla.

6.- **Mantenimiento del esfuerzo**. No basta con elegir una meta, no basta con iniciarla: hace falta mantener el esfuerzo. Quinto acto de decisión:

³⁸ Derivados anfetamínicos.

perseverar o desistir. El aplazamiento de la gratificación, la determinación (*Grit*)³⁹ forman parte de esta función.

7.- [Gestión de la] **Memoria de trabajo** [u operativa]. Se denomina así la activación de la zona de la memoria a largo plazo, que tiene que ver con la meta en curso. A partir de ella pueden establecerse modos de resolver los problemas que se plantean

[Capacidad para aprovechar los conocimientos que se tienen, 'saber hacer'].

8.- **Regulación** [control] **emocional**. Capacidad de regular las emociones, para ponerlas al servicio de la meta a conseguir o, al menos, para evitar que obstaculicen el proceso. Puede hacerse eligiendo la situación, cambiándola, dirigiendo la atención, reestructurando cognitivamente el significado del estímulo, modulando la respuesta.

9.- **Elección de estrategias para alcanzar el objetivo, y cambiarlo si es necesario a lo largo del proceso**. Esto exige flexibilidad. [La capacidad de cambiar de estrategia, de aprender cosas nuevas o de aprender de los errores].

10.- [Manejo de la] **Metacognición**⁴⁰. Se ocupa de monitorizar la actividad, comprobar si se está dirigiendo a la meta, analizar los procesos. [Reflexionar sobre nuestro modo de pensar o de actuar o de aprender, con el fin de mejorarlo].

En Marina (2012) se aborda el tema del aprendizaje de las funciones ejecutivas en el caso de los niños, y en (2014) en el de los adolescentes.

La inteligencia ejecutiva educa a la inteligencia generadora, que es de donde proceden nuestras ocurrencias. Lo hace seleccionando las metas e intentando

³⁹ Ya citado en § III.2.

⁴⁰ Ya citada en § II.4.

poner a su servicio todos los mecanismos neuronales. Sus funciones son: tomar decisiones, elegir las metas, dirigir la atención, gestionar las emociones, mantener el esfuerzo, dirigir la adquisición de hábitos, y movilizar la actividad de la I.G.: es decir, su función principal es la de contar con mecanismos de **AUTOCONTROL**. Es decir, mecanismos que tratan, con mayor o menor éxito, de controlar, dirigir, corregir, iniciar o apagar todas esas operaciones mentales generadas en el primer estrato.

Hay que educar (construir y mejorar) tanto la inteligencia generadora como la ejecutiva, mediante el aprendizaje y el entrenamiento.

La educación tiene que intervenir en dos momentos del bucle prodigioso, Fig.4.5.:

1. Para construir una inteligencia generadora o computacional fértil, eficiente y dócil a las metas de la inteligencia ejecutiva.
2. Para construir una inteligencia ejecutiva eficaz y con buenos criterios de evaluación.

Por eso concluye que la fórmula mágica de la inteligencia ejecutiva puede ser:

INTELIGENCIA EJECUTIVA = HABILIDADES EJECUTIVAS x ESFUERZO

Por otra parte, la pedagogía se enfrenta a la necesidad de fomentar la adquisición de **hábitos**. Se trata de una estructura básica para el aprendizaje, para nuestro comportamiento y para definir nuestra personalidad. Son hábitos: la rutina, las creencias, la creatividad, la voluntad, las destrezas, las redes de la memoria, los estilos motivacionales, los estilos afectivos, las habilidades musculares, las virtudes, los vicios. Todas las actividades mentales y físicas se pueden convertir en hábitos. Los hábitos amplían la inteligencia, (Marina, 2012a).

Los hábitos son, pues, esquemas mentales estables, aprendidos por repetición de actos, que facilitan y automatizan las operaciones mentales cognitivas, afectivas, ejecutivas o motoras.

El **carácter** es el conjunto de hábitos que una persona tiene y que configuran lo que Marina llama 'personalidad aprendida'. El carácter como conjunto de esquemas capta la realidad de una manera determinada y la organiza de una forma que aspira a ser coherente. Esta interpretación de la realidad es lo que llamamos 'mundo'. La 'educación del carácter' es un tema muy importante en el entorno VUCA actual y en la sociedad del conocimiento.

Con esta perspectiva, Marina vuelve a poner de relieve nociones enormemente populares en la psicología del pasado, como la voluntad o el carácter, que 'parecían haber desaparecido de escena'. La tarea de la educación es potenciar esas habilidades, movilizandolas fuerzas que nos ayudarán a crear los remedios. Para ello, potenciar lo cognitivo no basta, resultando imprescindible fortalecer la voluntad. En consecuencia, apunta Marina, "ha llegado el momento de elaborar una pedagogía de la atención, del autocontrol y de la perseverancia", (Caron, 2011).

Marina incide sobre todo en la inteligencia ejecutiva, ya que es su gran aportación; mientras considera que la inteligencia cognitiva y emocional ya eran conocidas. Ahora bien, una cosa son los marcos teóricos, que en dicho sentido son relevantes las aportaciones de J.A. Marina, y otra, la realidad del sistema escolar y su desarrollo en las escuelas y aulas. En bastantes ocasiones todavía la educación en la práctica se centra en el desarrollo de la inteligencia cognitiva, en un sentido restringido del mismo. Por otra parte, el modelo de Marina presta –por el momento– poca atención al papel de las TIC en el desarrollo equilibrado de las inteligencias mediante el aprendizaje.

Se está ahora en condiciones de reflexionar y proponer cómo el ser humano puede aprovechar ('invertir') todas estas capacidades que le son inherentes

mediante la educación y la formación a lo largo de toda la vida, como requiere la actual sociedad del conocimiento y el entorno VUCA en el que se desarrolla.

III.6.- De la inteligencia al talento

El talento es una palabra que está de moda, no obstante se trata de un concepto que es necesario y que tiene sentido, por lo que precisa denominarse de algún modo; si no se utiliza dicho término habría que crear uno o utilizar otro de los que ofrece el diccionario⁴¹.

Se trata de un concepto y término que no ha surgido en el campo de la educación ni de la psicología, sino del *management*⁴²; y que resulta muy relevante para los jóvenes adultos y adultos. P. Drucker (1959), (1967), (2013)⁴³ introdujo el concepto de 'trabajadores del conocimiento' como nueva categoría propia de la sociedad del conocimiento, e introdujo el concepto, tan en boga hoy en día, de gestión del talento en las organizaciones⁴⁴.

A pesar de esa orientación inicial, el talento tiene mucha relación con la educación y la formación, más que con su mera gestión. Afecta no solo al individuo perteneciente a una organización, sino a la infancia, adolescencia y la juventud en general. Pasa a ser un constructo que da sentido a la inteligencia, en la conformación que esta hace del ser humano mediante la educación. El talento es necesario porque el ser humano, como individuo y como persona, se fija unas metas y objetivos a alcanzar, basados en propósitos y creencias, que son tanto conscientes como inconscientes; propios o impuestos; y que los descubre antes o después en su desarrollo vital, pudiéndolos ir cambiando a lo largo de la vida. A la inteligencia le falta algo para que se pueda aprovechar en

⁴¹ Presenta la ventaja, además, de que se escribe y se lee prácticamente igual en inglés y español: *talent*.

⁴² Palabra sobre la que en § 1.3 ya se indicó a pie de página cuál es la traducción que para la misma recomienda Fundéu, según el contexto en que se utilice. Dentro de este vasto campo, los RR.HH. giran alrededor de este valor.

⁴³ Su mayor interés no era la economía, sino las personas; se le considera un humanista cristiano. Fue un auténtico visionario y se le considera el gurú del *management*. En § 1.3 ya se le consideró, al tratar de la sociedad del conocimiento. Se ha seleccionado la bibliografía más adecuada para las metas de esta investigación.

⁴⁴ Este aspecto, aunque importante, es parte del modelo que se propone, aunque no del específico de esta tesis; ya que es importante si las personas han de educarse y formarse a lo largo de la vida.

toda su potencialidad, ya que ‘una cosa es la inteligencia y otra lo que se haga con ella’; la palabra se ha quedado corta y estática.

Con la propuesta que se hace, el talento deja de tener cualquier connotación elitista, para pasar a ser patrimonio de todos los seres humanos, aunque algunos tengan más y mejores oportunidades que otros. Se tiende a una definición pragmática del talento: **educación del talento**⁴⁵, más que esperar a disponer de una teoría científica y neurológica del mismo⁴⁶, e incluso de una ciencia empírica asociada al mismo. El talento representa la ‘nueva riqueza de las naciones’

Desde la perspectiva de este marco conceptual, la pregunta, como dice J.A. Marina (2011), es: “¿Qué tipo de talento debemos fomentar para sobrevivir en un mundo cambiante?”

III.6.1.- ¿Qué es el talento?

Existe una antología de definiciones de talento (Marina, 2016), en la que no es necesario entrar. En España, dos informes relativamente recientes, (Fundación Everis, 2012) y (Catpe, 2013), abordan el talento en los jóvenes, se cree que estas definiciones se quedan cortas para los objetivos de este marco conceptual. Se prefiere seguir la propuesta de J.A. Marina (2010), (2016), a pesar de estar en elaboración, aunque ya señala un mapa del talento consistente, que sirve para trazar y seguir rumbos.

Capital⁴⁷ es un conjunto de recursos acumulados que amplía las posibilidades de acción o de producción de una persona, un grupo, una empresa o una sociedad.

Talento = Capital (inteligencia) + Buena inversión (buen uso de la inteligencia)

⁴⁵ El talento es un objetivo educativo.

⁴⁶ Aunque ya se dispone de fragmentos importantes.

⁴⁷ Marina utiliza el símil económico, para introducir la teoría del talento. “Hay que tener en cuenta que, en la actualidad, se utilizan muchas definiciones de capital: monetario, humano, cultural, intelectual, emocional, relacional, comunitario, etc”.

J.A. Marina propone una definición⁴⁸:

Talento es la inteligencia que elige bien las metas, maneja la información [y el conocimiento], gestiona las emociones y pone en práctica las virtudes de la acción necesarias para alcanzarlas, ampliar su capacidad de acción y conseguir una mejora continua, Fig.3.8.

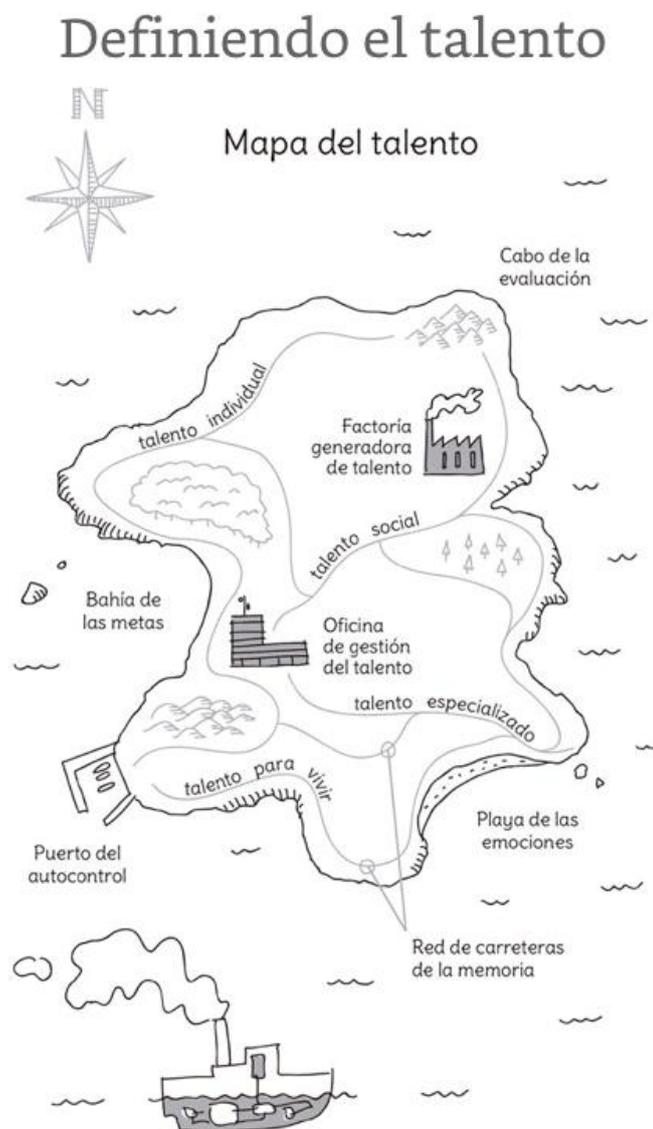


Fig.3.8.- Mapa del talento.

Fuente: J.A. Marina, 2016.

⁴⁸ Se ha introducido, añadiendo una precisión personal.

El matiz que introduce es muy interesante y que sanciona lo que la experiencia enseña:

Es un concepto valorativo. Es **una acción** y no una capacidad. El talento es el buen uso de esa inteligencia: es la inteligencia que triunfa⁴⁹. Talento es tener buenas ideas, tomar buenas decisiones y saber realizarlas. Implica, esto es importante, el propósito de mejorar ese desempeño.

Otros autores consideran que tener talento es tener ‘un don especial’; por ejemplo, el talento “trata de aquello que se te da bien y con lo que has nacido”. “Todas las personas nacen con determinadas capacidades para hacer ciertas cosas, y con algo único que ofrecer a este mundo”. “La realidad es que casi todo el mundo, por no decir todos, tiene sus talentos”, (Torán, 2016).

Posiblemente ambas visiones son complementarias, debido a la importancia de los genes y de los factores ambientales –de diferentes tipos– en cada persona (§ IV.3); pero esa visión corresponde a la inteligencia más que al talento propiamente dicho. El acierto de Marina es la inclusión del ‘buen uso de la inteligencia’, con dos palabras clave: ‘uso’ y ‘buen’.

Existe el ‘talento innato’: es cierto que todas las personas tiene talentos, pero también lo es que lo tienen en distinto grado y que es de diferentes naturalezas; esta diversificación, que hace a cada persona única, es consecuencia tanto de los genes⁵⁰, como de los factores ambientales. El talento, como la inteligencia, se puede educar y desarrollar en todas las personas y a lo largo de toda su vida. Ese es el reto al que se debe dar respuesta.

Marina, a partir de la definición dada, desarrolla su mapa del talento, Fig.3.8.

⁴⁹ Es muy interesante valorar lo que significa ‘triunfar’, que a menudo no necesita el reconocimiento de los demás.

⁵⁰ Torán afirma que “el talento no es algo que se adquiera. Con el talento se nace. No basta aplicar un esfuerzo para desarrollarlo, aunque (...) es necesario añadir esfuerzos para obtener resultados a partir del talento”. Lo identifica con la herencia genética (talento natural), planteamiento que no es general, ni mucho menos.

Dos aspectos importantes a abordar son:

- A.- El modo de generar talento.
- B.- La gestión del talento ya existente.

Falta un aspecto a considerar que es relevante: ¿cómo puede cada persona identificar y descubrir sus inteligencias naturales, que le permitan desarrollar su 'talento natural'? En esta tarea intervienen, fundamentalmente, la familia, los maestros y profesores en la formación inicial; y los orientadores, entrenadores o *coaches* y mentores en la formación continua; sin olvidarse de la capacidad de una persona formada de hacerlo por sí misma. Debido al entorno actual en que se vive (VUCA), es frecuente que una persona realice su descubrimiento a lo largo de la vida y no en la etapa inicial como era frecuente en la sociedad industrial, mucho más estable. Por ello son relativamente frecuentes las reorientaciones vitales o la 'reinención de la propia persona' a lo largo de la vida, a medida que se va conociendo mejor y/o descubre nuevas alternativas no consideradas hasta el momento.

“Para convertir la inteligencia en talento hay que fortalecer tanto la inteligencia generadora como la ejecutiva y elegir un buen criterio de evaluación. Estos tres elementos dependen del aprendizaje y de la memoria, que construye sobre las competencias innatas”.

“La evaluación puede hacerse de manera consciente o no consciente”; por eso Marina insiste, también, en la educación de la inteligencia inconsciente, ya que se puede llegar al 'inconsciente adiestrado'⁵¹.

⁵¹ Término acuñado por Daisetz Taitaro Suzuki, “en el que todas las experiencias conscientes que ha atravesado desde la infancia [el niño, adolescente, joven] son incorporadas como constituyes de todo su ser”, y que Marina incorpora, para hablar del 'inconsciente transformado por el adiestramiento'.

Desarrollar el talento es:

- 1.- educar debidamente la inteligencia generadora –para que tenga buenas ideas, buenos deseos, buenos proyectos–,
- 2.- fortalecer la inteligencia ejecutiva para que adquiera las virtudes de la acción –inhibir los impulsos nocivos, gestionar la memoria–,
- 3.- disponer de un buen criterio de evaluación y
- 4.- no perder el deseo de mejorar.

La tesis de Marina es que el fundamento de la inteligencia humana es la memoria, y que el talento se basa en la gestión óptima de la memoria. La diferencia en el modo de gestionar la memoria explica la diferencia en la inteligencia general. Los mecanismos de la memoria continúan siendo enigmáticos”. En la educación moderna, [según Marina, por ignorancia], se ha devaluado la memoria a favor de otras facultades; por ejemplo, la creatividad. La confusión viene porque, en efecto, una de las cosas que la memoria hace es repetir, pero esto es el ‘grado cero’ de la memoria, que también reconoce, relaciona, generaliza, combina, inventa.

Lo que constituye el núcleo del talento no es la memoria, por muy potente que esta sea, sino ‘saber construir la propia memoria’ y, en segundo lugar, ‘saber utilizarla’.

No podemos afirmar que el aprendizaje lo consiga todo, pero sí afirmar con total seguridad que no hay grandes talentos sin entrenamiento, y que, a partir de un cierto nivel de aptitudes, la ‘práctica deliberada’ lo es todo. El poder del entrenamiento reside en la creación de hábitos⁵², (Marina, 2012a).

No hay duda de que la tarea de educación y formación, en el entorno VUCA en que se desarrolla la propia sociedad del conocimiento, es tarea compleja y

⁵² Gran herramienta de la memoria y del talento; y objeto, en los últimos años, de la neurociencia y de la psicología.

diferente a la visión que se ha tenido hasta ahora acerca de la educación y formación; lo cual exige que esta actividad se desarrolle a lo largo de toda la vida, que existan agentes de interés nuevos y con roles diferentes, que las preguntas de siempre tengan ahora una respuesta diferente a la de épocas anteriores (§ II.1.1.), y que en las misma participe toda la tribu; especialmente – aunque no exclusivamente– en el caso de la infancia, adolescencia y primera juventud.

Para terminar, se exponen dos modelos que se creen relevantes en ‘los albores del siglo XXI’, relacionados con todos los aspectos tratados hasta este momento, que lo hacen desde una perspectiva distinta a la anterior y que puede ser ilustrativa.

III.6.2.- El Elemento de Ken Robinson

Marina (2016) afirma:

“... Ken Robinson, un popular autor interesado también en estos temas, indica que lo importante es encontrar ‘el Elemento’, la pasión que va a proporcionar la energía suficiente para el proceso de adquisición o de ejecución del talento”. Realmente se trata de una forma equivalente a la afirmación de Marina, cuando afirma: “Desarrollar el talento implica, por lo tanto, ser capaz de construir esa inteligencia capaz de comprender y de inventar”, refiriéndose a la inteligencia generadora.

En realidad K. Robinson dice mucho más, a pesar de no ser un científico, ni de basarse en los desarrollos más recientes de la psicología, la pedagogía, ni de la neurología; Robinson es un ‘practicante⁵³’ que ha reflexionado acerca de su tarea y experiencia, que no es poco. Lo cierto es que lo de popular es verdad.

⁵³ Profesor de educación artística en la Universidad de Warwick en el Reino Unido, y ahora profesor emérito.

A pesar de no ser un científico, en el sentido estricto de la palabra, lo cierto es que su estilo literario es impactante y certero, y llega bien a la gente no especialista y no académica, aunque sí ‘practicante’ (profesores)⁵⁴. Es cierto que tiene detractores, que pueden tener razones objetivas, aunque bastante matizadas por las subjetivas, debido a sus ataques persistentes al sistema establecido. La academia le recrimina que ‘solo vierte críticas sin aportar soluciones’.

Para K. Robinson ‘el Elemento’ es el ‘lugar’ que cada persona tiene, en el que convergen sus talentos o capacidades naturales y lo que le apasiona [la pasión], Fig.3.9. Lo que quizá no destaque es que el talento es naturaleza (genética) y es desarrollo (aprendizaje), con el énfasis que hacen otros autores.

La mayoría de los individuos tienen una percepción muy limitada de sus propias capacidades naturales; situación que la educación debe tratar de revertir. Lo ideal es trabajar las capacidades naturales, para lo cual se tienen que conocer. Si se desarrollan estas se puede alcanzar la excelencia (afirmación que ya realizó P. Drucker); si se trabajan las no naturales, se pueden desarrollar y alcanzar buenos niveles, aunque es difícil llegar a la excelencia. Además requieren mucho más esfuerzo, es difícil dotarlas de pasión y es fácil aburrirse en el proceso y terminar por dejarlas.

Para K. Robinson las limitaciones son debidas a:

- 1.- la falta de conocimiento del alcance de nuestras posibilidades.
- 2.- nuestra comprensión de cómo todas estas capacidades se relacionan entre sí de forma integral⁵⁵.
- 3.- la escasa comprensión del potencial que tenemos para crecer y cambiar⁵⁶.

⁵⁴ Su charla en TED (“las escuelas matan la creatividad”) ha sido la más visitada de cuantas se han publicado (ha tenido más de 45 millones de visualizaciones, hasta el momento).

⁵⁵ En este sentido radica una gran fuerza en la propuesta de Marina.

⁵⁶ Basada en la ‘plasticidad’ del cerebro humano.

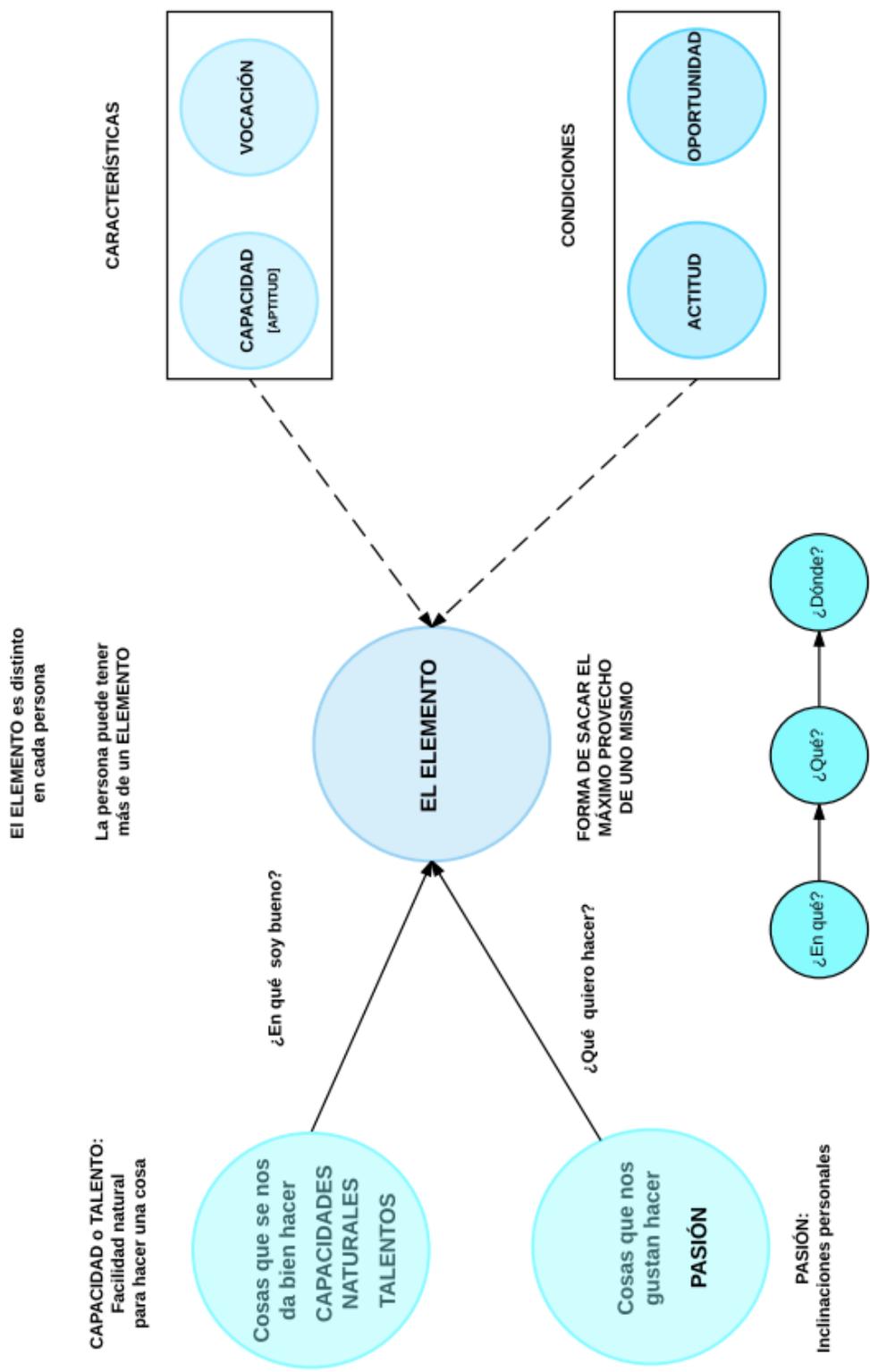


Fig.3.9.- El 'Elemento' de K. Robinson.

Fuente: Elaboración propia, a partir de K. Robinson (2009)

Para Robinson **la actitud** es

La perspectiva personal que tenemos de nosotros mismos y de nuestras circunstancias: el ángulo desde el que miramos las cosas, nuestra disposición; es un punto de vista emocional: Muchas cosas afectan a nuestras actitudes, entre ellas nuestro carácter, nuestro espíritu, nuestra autoestima, las percepciones de los que nos rodean y las expectativas que tienen puestas en nosotros.

El modelo de K. Robinson goza de gran predicamento entre el profesorado innovador de formación inicial no universitaria.

Ikigai

Para finalizar esta visión operativa del talento, se muestra un modelo de origen japonés (García y Miralles, 2016), que puede resultar práctico⁵⁷, Fig. 3.10.

Según los japoneses, todo el mundo tiene un *Ikigai*, lo que un filósofo francés traduciría como *raison d'être*. Algunos lo han encontrado y son conscientes de su *Ikigai*, otros lo llevan dentro, pero todavía lo están buscando.

(...)

Tener un *Ikigai* claro y definido, una gran pasión, da satisfacción, felicidad y significado a la vida.

⁵⁷ Se quiere agradecer a Octavio Suarez, visionario e innovador canario, el habernos puestos en conocimiento del mismo, ya que es poco conocido en nuestro ámbito cultural y, además, resulta muy atractivo para los jóvenes emprendedores.



Fig. 3.10.- El modelo del *Ikigai*.

Fuente: *Ikigai*, 2016.

Esta propuesta tiene más semejanzas con la de Marina de las que parece, aunque sin profundizar en las bases neurológicas ni en la educación de las cuatro categorías que propone; y también con la de Robinson.

El planteamiento es correcto, ya que los autores solo tratan de transmitir y 'explicar' una tradición que descubrieron, tal como la recogieron de las fuentes originales.

Con todo ello se está ya en condiciones de terminar este capítulo y proponer una serie de conclusiones básicas del mismo.

III.6.3.- El talento en las organizaciones

Al ser el conocimiento un activo esencial de la nueva sociedad y de la economía del conocimiento, es lógico que el talento individual sea relevante para el mundo

empresarial⁵⁸ y, en general, para todas las organizaciones, como ya se indicó al principio de este subapartado.

Este aspecto es esencial en la investigación teórica de la EF21, aunque no lo es para las metas y objetivos concretos de esta tesis. Por ello, solo se indicarán las orientaciones o fuentes que, desde la perspectiva de la tesis, son esenciales, al menos en este momento.

Marina (2016] en su capítulo 8º aborda, superficialmente, el tema del talento de las organizaciones⁵⁹. Su definición, simplemente como ilustración, de la extensión que hace de la definición del talento individual es: “El talento de un grupo, una sociedad o una organización es su capacidad de elegir bien las metas y de movilizar todas las inteligencias individuales que lo componen para conseguir alcanzarlas, aumentando al mismo tiempo sus posibilidades personales”. De ahí que se hable de **capital intelectual** de una organización, y de **organizaciones que aprenden**.

No obstante, se cree que para tratar este aspecto del talento y de la **inteligencia colectiva** es mejor acudir a textos básicos del *management*, que lo abordan sistemáticamente bajo el epígrafe de **Gestión del Talento**; aunque realmente el talento no se gestiona, sino que se lidera.

En este sentido se comenzaría con dos fuentes, una de un seguidor y discípulo -al menos en este aspecto- de J.A. Marina (Cubeiro, J.C., 2012)⁶⁰ y otra, la de un clásico del propio campo del *management* (Lawler III, E.E, 2008)⁶¹.

⁵⁸ Del management.

⁵⁹ “Donde el autor se pregunta si las sociedades, los grupos, las empresas, tienen una inteligencia propia, distinta de la suma de las inteligencias de sus miembros. Y la respuesta que se da”.

⁶⁰ Juan Carlos Cubeiro Head of Talent de ManpowerGroup y CEO de Righth Management, Mentor del área de Coaching del Human Age Institute, Coach estratégico.

⁶¹ Edward E. Lawler III, is Distinguished Professor of Business at the University of Southern California (USC), Marshall School of Business. Professor Lawler is the author of over 350 articles and 45 books.

III.7.- Conclusiones

a.- Los avances en el campo de las técnicas de neuroimagen, especialmente de la imagen por resonancia magnética funcional (IRMf), permiten conocer (estructural y operativamente) qué zonas del cerebro son responsables de las diferentes funciones cognitivas, motoras, emocionales y ejecutivas del mismo (de cómo aprende y recuerda el cerebro), así como de las diferentes patologías asociadas.

No obstante, hay que tomar en consideración las limitaciones de la IRMf a la hora de aplicar “los estudios basados en esta técnica a campos como la filosofía y la ética o el derecho y el proceso judicial” (Martínez Sánchez, 2013); así como la educación o la psicología, en su aplicación al diagnóstico y tratamiento de patologías asociadas.

b.- La herencia genética no determina, por sí sola ni de manera determinante, el futuro del ser humano: este depende tanto de los genes como de factores ambientales y sociales, y de la interacción entre ambos (epigenética⁶²). El entorno influye en las futuras capacidades de los niños y adolescentes, y lo hace mediante la educación⁶³, el aprendizaje y el entrenamiento. Los factores ambientales y sociales tienen un alcance y características especiales en esta nueva era (Sociedad del Conocimiento), diferentes a las de épocas anteriores. Además, no todos los genes que tiene un individuo, por herencia genética, se activan.

c.- El cerebro humano es adaptable⁶⁴ a cambios en su medio interno y externo, además puede reflejar la adaptación funcional para minimizar los efectos de las lesiones estructurales y funcionales. Esta propiedad es la que se denomina ‘plasticidad del cerebro’.

⁶² Control sobre la genética.

⁶³ Su carencia, su significado y calidad de la misma.

⁶⁴ Capacidad de cambiar.

La plasticidad de las redes que conectan entre sí distintas regiones cerebrales, y no el crecimiento de tales zonas, como se pensaba, resulta clave para alcanzar en última instancia el comportamiento adulto por parte de los niños y adolescentes.

Marina (todas sus publicaciones 2012, 2011), por esta razón, apuesta por la 'educación del cerebro' como base de la nueva neuroeducación. "Los docentes deberían aprovechar lo que se conoce del funcionamiento del cerebro para enseñar mejor" ('educar con cerebro'), (Sáez, 2014).

d.- Las personas tienen, repartidas de forma distinta y variable en el tiempo, una inteligencia general (teoría única, factor g , medidas por test de carácter general) y una o varias inteligencias 'factoriales' específicas (teoría multifactorial, medidas con test específicos y validados). La primera de ellas no es específica de ningún ámbito de conocimiento.

Cada persona tiene, en nomenclatura de Marina, una "matriz personal"⁶⁵, con la que nace, y que forma el primer nivel de su personalidad ("personalidad heredada"); su desarrollo tiene lugar mediante la educación.

Desde la perspectiva neurológica existen tres grandes diferencias individuales (*nature*):

- a.- El sexo.
- b.- La inteligencia general.
- c.- El temperamento.

Las inteligencias se pueden educar, entrenar y desarrollar a lo largo de toda la vida; como consecuencia, son susceptibles de cambiar, tanto en la componente hereditaria (*nature*) como en la ambiental y la social (*nurture*).

⁶⁵ "Es un campo de posibilidades que va desarrollándose mediante la maduración neuronal, las propias acciones y la experiencia".

P. Drucker afirmaba: “si una persona educa y desarrolla sus capacidades naturales puede llegar a la excelencia, si lo hace con las que no lo son, a la mediocridad⁶⁶”.

e.- Este marco conceptual, por el momento, se centra en tres teorías de inteligencias múltiples:

a.- La de H. Gardner (1993), que es la llamada ‘de las inteligencias múltiples’.

b.- La de R. Sternberg (1997), la ‘triádica’.

c.- La de J.A. Marina (2011), “una teoría de la inteligencia, [la suya], que comience en la neurología y termine en la ética”.

La ‘inteligencia emocional’, D. Goleman (1995), es una de las factoriales más importantes para el desarrollo equilibrado del ser humano, más allá de la inteligencia específica asociada a cualquier área concreta de conocimiento.

f.- El modelo de J. A. Marina, por el que se apuesta en este momento, la define con las siguientes componentes⁶⁷:

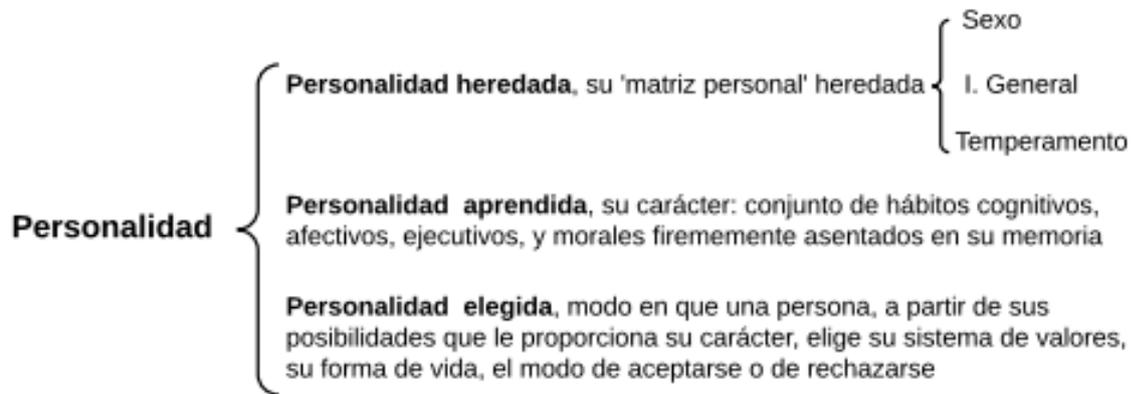
$$I = I_{\text{Generadora}} + I_{\text{Ejecutiva}}$$

$$I_{\text{Generadora}} = I_{\text{Cognitiva}} + I_{\text{Motora}} + I_{\text{Emocional}}$$

Con la inteligencia generadora no es suficiente; por ello Marina, introduce la inteligencia ejecutiva.

⁶⁶ RAE: de calidad media.

⁶⁷ Alternativas y/o complementarias a las de Gardner y Sternberg.



“El carácter es la profunda configuración educativa de la matriz personal con que el niño nace”.

La tarea educativa se desarrolla en el segundo nivel de la personalidad, por lo tanto:

Educación = Instrucción + Formación del carácter

La personalidad elegida es tarea individual, que no se puede ni se debe imponer desde fuera.

La educación debe ayudar a formar personalidades competentes.

g.- Con las inteligencias tampoco hay suficiente, sino que hay que ponerlas en acción; es lo que Marina denomina 'inteligencia triunfante', que permite hacer un buen uso de la inteligencia. Esto da lugar a introducir el talento individual:

Talento = Inteligencia + Inteligencia triunfante

J.A. Marina propone una definición, que es la que le parece más adecuada⁶⁸:

Talento es la inteligencia que elige bien las metas, maneja la información [y el conocimiento], gestiona las emociones y pone en práctica las virtudes de la acción necesarias para alcanzarlas, ampliar su capacidad de acción y conseguir una mejora continua.

Como consecuencia, la educación incluye:

Educación = Instrucción + Formación del carácter + Generar talento

h.- El talento en la Sociedad del Conocimiento excede el ámbito individual, para ser un activo importante y necesario en las organizaciones de todo tipo: talento colectivo, talento organizacional⁶⁹. Es un ámbito muy importante en el mundo de las organizaciones actuales, que se convierten en 'organizaciones que aprenden', a partir del talento que son capaces de captar, hacer crecer y retener. Este aspecto no se trata en el presente marco actual, adaptado para esta tesis.

i.- Como consecuencia de las conclusiones anteriores, es evidente que la educación y formación no solo consisten en el aprendizaje de contenidos cognitivos asociados a disciplinas concretas y estancas (aisladas). Las personas, a lo largo de la vida, deben aprender y desarrollar no solo su inteligencia cognitiva, sino todas las categorías anteriores, de manera equilibrada.

Esta necesidad es mayor que la que posiblemente tuvieron las personas en otras épocas de la humanidad, al encontrarse en un entorno VUCA. ¿Dónde?, ¿cuándo?, ¿de quién?, ¿cómo? las aprenden y ponen en práctica para no ser

⁶⁸ Con alguna precisión personal.

⁶⁹ Que es mayor que la suma de los talentos individuales.

“arrastradas” en las turbulencias del mundo actual, y que puedan elegir y alcanzar su propio futuro, y que no les sea impuesto.

¿Es cierto que aparecen ‘vacíos’ en el sistema formal inicial de educación?, ¿quién los va a ‘llenar’, ya que son necesarios para las personas del siglo XXI?

j.- Existen capacidades tradicionales que habían sido relegadas en el sistema educativo reciente, como son la memoria (creativa y no exclusivamente repetitiva), el esfuerzo, la disciplina, la tenacidad, la responsabilidad, los valores éticos universales, etc., y que ahora se han reivindicado como necesarias. Lo cual lleva a concluir que no todo lo anterior no sirve, sino que hay que llegar a un equilibrio, sabio, flexible y dinámico, entre las nuevas necesidades educativas y las pautas que siguen siendo necesarias.

Como consecuencia de todo lo anterior, surgen ya algunas necesidades que las personas del siglo XXI necesitan satisfacer para ser consideradas competentes, y orientar la educación a dicho fin. Entre ellas, sin que sean ni exclusivas ni excluyentes: cada persona (niño, especialmente) es única; no solo hay que aprender conocimientos asociados a una disciplina concreta, sino otras capacidades que no son cognitivas; para aprender se tiene toda la vida, ¿con qué ritmo hay que aprender?; aprender a aprender: metacognición; educar su carácter y desarrollar el talento personal y colectivo; asumir unos pocos y firmes valores éticos universales; pensamiento crítico y toma de decisiones; aproximación y resolución de problemas, no bien definidos; asumir riesgos razonables; etc.

Algunos de estos aspectos se abordan en el Capítulo V y posteriores.

Capítulo IV

Repensando la educación y formación para el siglo XXI (EF21), con un nuevo paradigma o sin él

CAPÍTULO IV

REPENSANDO LA EDUCACIÓN Y FORMACIÓN PARA EL SIGLO XXI (EF21), CON UN NUEVO PARADIGMA O SIN ÉL

A MODO PREVIO

El mapa conceptual de la orientación dada a este capítulo se muestra en la Fig. 4.1.

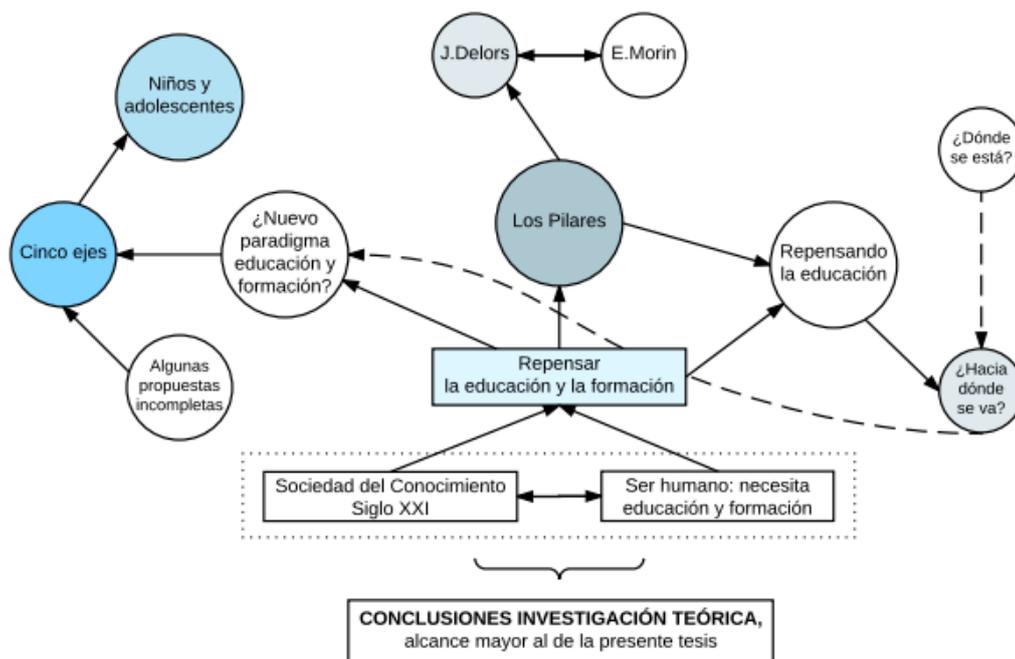


Fig. 4.1.- Mapa conceptual del Cap. IV.

Fuente: Elaboración propia.

En los capítulos anteriores se ha analizado el nuevo contexto global y local en que el ser humano se debe educar y formar para conseguir desarrollarse y alcanzar su finalidad o sus metas en la vida.

La educación y formación tienen al menos dos etapas diferenciadas: la inicial y la continua o permanente a lo largo de la vida. En la primera, el proceso tiene lugar dentro de un sistema educativo formal, establecido y poco flexible; en la

segunda, tiene mucho de opción personal y de autoaprendizaje, más o menos orientado. Se trata de establecer el ¿qué? y el ¿cómo? básicos de la educación y formación para ambas etapas.

Se presentan para ello distintas propuestas que existen acerca de cómo y de qué educación y formación se necesita, desde la perspectiva actual, para “el siglo XXI” o para la sociedad del conocimiento, que se toman en este trabajo como equivalentes. De ese modo cada individuo, persona, comunidad o nación “podrá elegir”¹ su propia opción de manera flexible y adaptada a las necesidades y oportunidades de cada momento.

Se parte de dos aportaciones que se consideran esenciales: la de J. Delors y la de E. Morin, ambas de la última década del siglo XX, de finales de los 90; para realizar seguidamente una reflexión de dónde se está y hacia dónde se va, como base para repensar el sistema educativo actual. La mirada a diversas opciones, desde el convencimiento de lo que se necesita y para su construcción, es una de las grandes decisiones a las que se enfrentan las personas y la sociedad actual.

Se propone, desde la modestia, un paradigma que se ha querido ajustar y priorizar en cinco ejes, como ejercicio para la reflexión y construcción de uno para la educación y formación en la Sociedad del Conocimiento².

Se concluye que hay que repensar la educación y pasar a la acción, con nuevo paradigma o sin él, introduciendo cambios importantes en el marco de la práctica educativa y de la pedagogía. Por el momento no parece posible un cambio disruptivo general, que solo se da en casos aislados y por la iniciativa de comunidades privadas. Todos los aspectos abordados se orientan, finalmente y de modo sumario, al caso de niños, adolescentes y jóvenes.

¹ No siempre es así en la primera etapa, que es la esencial y por lo que ninguna persona se debe quedar al margen o ser excluida del proceso. Si es así, sí que la segunda etapa ofrecerá las posibilidades que se indican.

² Se trata más de un ejercicio académico que de una estrategia para la acción.

IV.1.- Pilares para una educación y formación en la Sociedad del Conocimiento³

Es arriesgado hablar de pilares, ya que cada persona o comunidad puede tener y cambiar los propios, en razón de su etapa de desarrollo, sus convicciones en continua construcción y adaptación, su posicionamiento, y el sentido que le den a la vida.

Los pilares dependen de unos criterios genéricos imperantes en la sociedad occidental, y específicamente europeos; y de criterios o posibilidades subjetivas reales por las que opten las familias. Hay que tener en cuenta que en la Sociedad del Conocimiento la educación y formación se considera un bien común y un derecho de la persona, planteamiento que hasta ahora solo se ha materializado, que no es poco, en el ámbito de la educación obligatoria.

En el caso de niños y adolescentes los pilares serían, con las mismas cautelas anteriores, los que regirían su educación y formación inicial⁴ y formal, que depende mucho de la elección del sistema educativo, escuela, colegio, universidad por el que opten padres, familiares o comunidades a las que pertenezcan.

En relación con el sistema inicial y formal tiene especial connotación, en algunos países al menos, el alcance y nuevo concepto de la **laicidad del Estado** y del **laicismo**, así como su aplicación (A. Touraine, 2005). Este no es el objetivo de esta tesis, aunque influye mucho a la hora de establecer y plasmar un paradigma para la educación en la sociedad posindustrial⁵; esta influencia es especialmente relevante en España y otros países mediterráneos.

³ Conviene precisar que se habla, principalmente, para el ámbito del mundo occidental y dentro del mismo para el europeo y español; aunque esta matización parezca un tanto incoherente, al encontrarnos en una época de globalización, aunque también de emergencia y construcción de identidades locales e individuales. Este es, de nuevo, el reto por el necesario, difícil y dinámico equilibrio entre ambos contextos.

⁴ Educación y formación inicial: la que se desarrolla durante las edades de niños, adolescentes y jóvenes, que hasta ahora habían sido y son tradicionales, y en las que se "aprendía" dentro de un sistema de escolarización gradual y diferencial.

⁵ Incluido un Pacto de Estado por la Educación.

En ocasiones, al hablar de los pilares se utiliza de forma indistinta Sociedad del Conocimiento o ‘para el siglo XXI’. Esta última, que se ha utilizado en el título de esta tesis, es un tanto pretenciosa, a pesar de lo generalizada que está; ya que, como se ha dicho, nos encontramos en un entorno no ya VUCA, sino ‘superVUCA’.

Con los criterios expuestos se toman como pilares⁶ dos documentos escritos en los últimos años del siglo XX, que tuvieron y siguen teniendo gran impacto, en Europa y Latinoamérica al menos; y fueron decisivos para la Estrategia Lisboa (§ 1.4.):

- a) “La educación encierra un tesoro”. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación, presidida por J. Delors (1997).
- b) “Los 7 saberes necesarios para la educación del futuro”, de E. Morin (1999). Libro publicado también por la UNESCO.

Las personalidades de J. Delors⁷ y E. Morin⁸, el aval de la UNESCO y el reconocimiento recibido⁹, justifican la selección. Se trata de una opción que excede el ámbito académico de las Ciencias de la Educación.

Los contenidos más relevantes para esta tesis, de ambos documentos, se presentan de forma breve, seleccionados con el criterio de ser los más relacionados con el diseño y construcción de esta investigación teórica; y se hace de la forma más visual posible.

⁶ Intentando minimizar al máximo el número de ellos.

⁷ Político francés. Presidente de la Comisión Europea entre 1985 y 1995; ministro del Gobierno francés en varias ocasiones. Premio Príncipe de Asturias de Cooperación Internacional (1989).

⁸ Filósofo y sociólogo francés. Abandera la teoría y reflexión acerca del “pensamiento complejo”.

⁹ Quizá prescindiendo del ámbito educativo de EE.UU., entre otras razones por que el país se retiró, durante algún tiempo, de la UNESCO (1985-2003).

IV.1.1.- La educación encierra un tesoro.

En la Fig. 4.1. se muestra un mapa conceptual con los aspectos que aborda este Informe.

De ellos los más relevantes son los que se incluyen en el bloque de principios:

Los cuatro pilares de la educación:

- A. Aprender a conocer.
- B. Aprender a hacer.
- C. Aprender a vivir juntos, aprender a vivir con los demás.
- D. Aprender a ser.

Conviene resaltar el énfasis que se hace en el aprender, hasta el punto que algunos colectivos denominan a la nueva sociedad la Sociedad del Aprendizaje, como ya se indicó anteriormente.

A.- Aprender a conocer.

Este tipo de aprendizaje, que tiende menos a la adquisición de conocimientos clasificados y codificados que al dominio de los instrumentos mismos del saber, puede considerarse a la vez medio y finalidad de la vida humana.

En cuanto a medio, consiste para cada persona en aprender a comprender el mundo que la rodea, al menos suficientemente para vivir con dignidad, desarrollar sus capacidades profesionales y comunicarse con los demás. Como fin, su justificación es el placer de comprender, conocer, de descubrir.

Aprender para conocer supone, en primer término, aprender a aprender, ejercitando la atención, la memoria y el pensamiento.

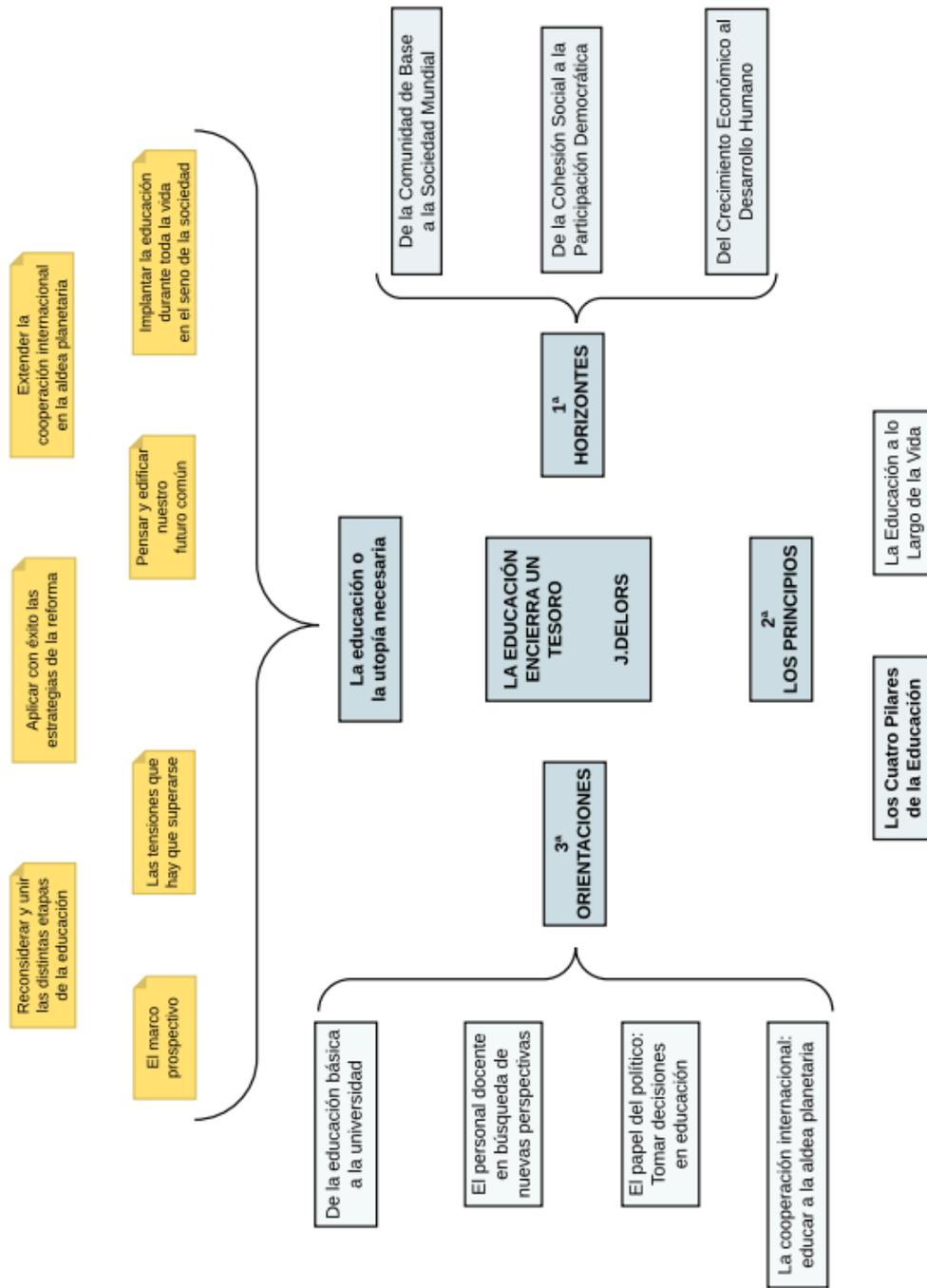


Fig. 4.1.- Aspectos que trata el Informe Delors
Fuente: Adaptación propia de J. Delors (1997).

B.- Aprender a hacer.

Aprender a conocer y aprender a hacer son, en gran medida, indisociables. Pero lo segundo está más estrechamente vinculado a la cuestión de la forma profesional: ¿cómo enseñar al alumno a poner en práctica sus conocimientos y, al mismo tiempo, cómo adaptar la enseñanza al futuro mercado del trabajo, cuya evolución no es totalmente previsible?

El dominio de las dimensiones cognoscitiva e informativa en los sistemas de producción industrial vuelve algo caduca la noción de calificación profesional, entre otros en el caso de los operarios y los técnicos, y tienden a privilegiar la de **competencia personal**. En efecto, el progreso técnico modifica de manera ineluctable las calificaciones que requieren los nuevos procesos de producción. A las tareas puramente físicas suceden tareas de producción más intelectuales, más cerebrales, y tareas de diseño, estudio y organización, a medida que las propias máquinas se vuelven más “inteligentes” y que el trabajo se ‘desmaterializa’.

C.- Aprender a vivir juntos, aprender a vivir con los demás

Sin duda, este aprendizaje constituye una de las principales empresas de la educación contemporánea. Demasiado a menudo, la violencia que impera en el mundo contradice la esperanza que algunos habían depositado en el progreso de la humanidad... ¿Sería posible concebir una educación que permitiera evitar los conflictos o solucionarlos de manera pacífica, fomentando el conocimiento de los demás, de sus culturas y espiritualidad?

El descubrimiento del otro:

La educación tiene una doble misión: enseñar la diversidad de la especie humana y contribuir a una toma de conciencia de las semejanzas y la interdependencia entre todos los seres humanos. Desde la primera infancia, la escuela debe, pues, aprovechar todas las oportunidades que se presenten para esa doble enseñanza...

Es importante aprender a tender hacia objetivos comunes.

D.- Aprender a ser.

La educación debe contribuir al desarrollo global de cada persona: cuerpo y mente, inteligencia, sensibilidad, sentido estético, responsabilidad individual, espiritualidad. Todos los seres humanos deben estar en condiciones, en particular gracias a la educación recibida en su juventud, de dotarse de un pensamiento autónomo y crítico y de elaborar un juicio propio, para determinar por sí mismos qué deben hacer en las diferentes circunstancias de la vida...

En un mundo en permanente cambio uno de cuyos motores principales parece ser la innovación tanto social como económica, hay que conceder un lugar especial a la imaginación y a la creatividad; manifestaciones por excelencia de la libertad humana, que pueden verse amenazadas por cierta normalización de la conducta individual. El siglo XXI necesitará muy diversos talentos y personalidades, además de individuos excepcionales, también esenciales en toda civilización. Por ello, habrá que ofrecer a niños y jóvenes todas las oportunidades posibles de descubrimiento y experimentación –estética, artística, deportiva, científica, cultural y social– que completarán la presentación atractiva de lo que en esos ámbitos hayan creado las generaciones anteriores o sus contemporáneos.

Se quiere resaltar que en este Informe, de 1996, ya se encuentra la base de muchos de los cambios realizados hasta el momento, dentro del actual modelo de educación y formación; es decir, cambios no disruptivos. Incluso establece bases para un nuevo paradigma de la educación, del sistema educativo y de la escolarización.

IV.1.2.- Los 7 saberes necesarios para la educación del futuro

En la Fig. 4.2. se muestra un mapa conceptual con los aspectos (los siete saberes) que aborda el libro de E. Morin. Su aportación es mucho más conceptual que la de J. Delors¹⁰, abordando aspectos que forman parte de la esencia de la persona, indudablemente se nota la diferente formación e intereses de ambos, sin ánimo de ser peyorativos, ya que ambas se complementan perfectamente.

Se considera relevante reproducir algunos vestigios de su aportación¹¹:

Saber 1:

Es necesario introducir y desarrollar en la educación el estudio de las características cerebrales, mentales y culturales del conocimiento humano, de sus procesos y modalidades, de las disposiciones tanto psíquicas como culturales, que permiten arriesgar el error o la ilusión.

Saber 2:

La supremacía de un conocimiento fragmentado según las disciplinas impide a menudo operar el vínculo entre las partes y las totalidades, y debe dar paso a un modo de conocimiento capaz de aprehender los objetos en sus contextos, sus complejidades, sus conjuntos.

¹⁰ Él coordinó un Informe realizado por una Comisión Internacional.

¹¹ Se ha seleccionado un 'vestigio', por cada uno de los siete saberes.

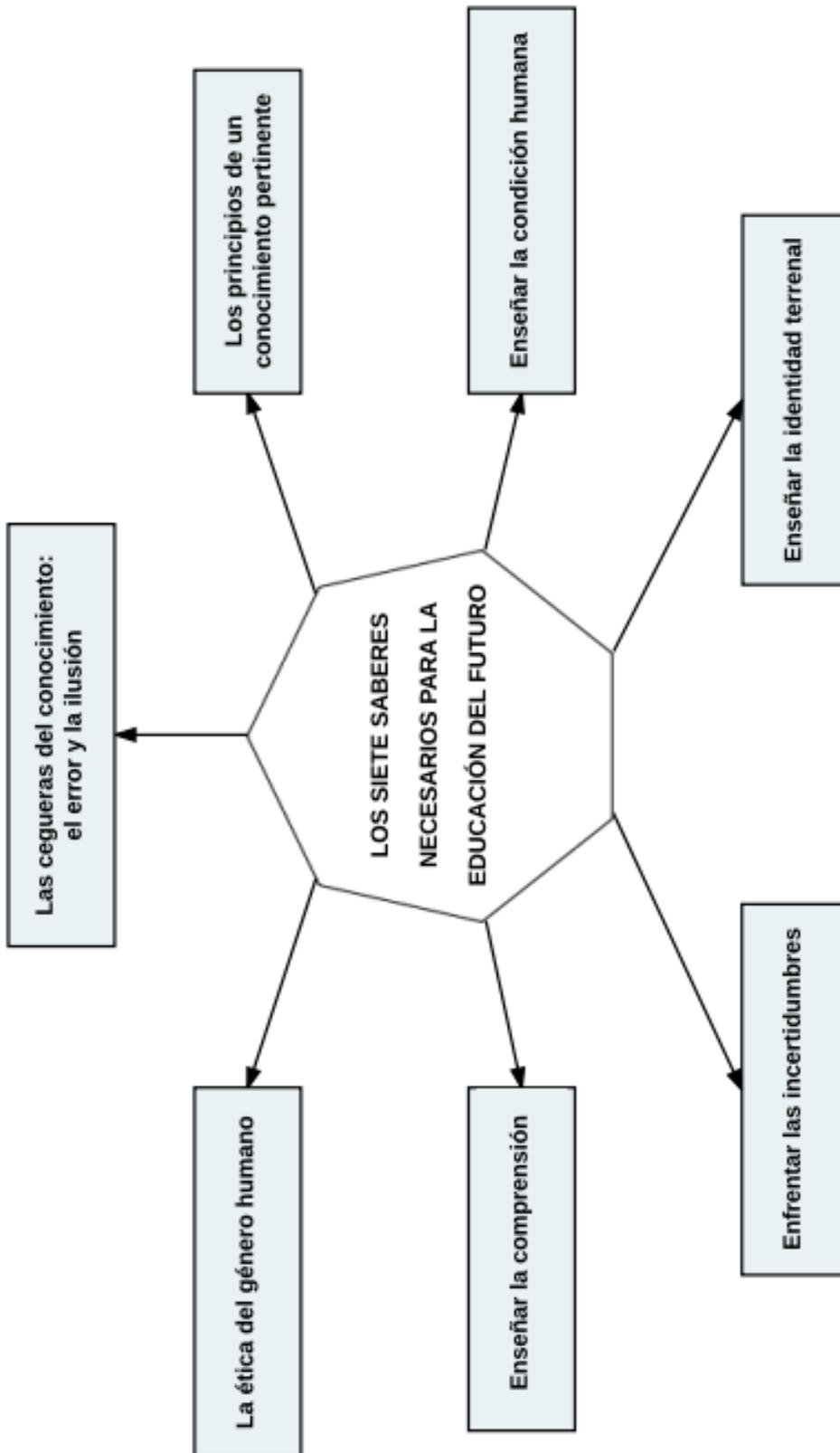


Fig. 4. 2.- Aspectos que trata el libro de E. Morin.
Fuente: Adaptación propia de E. Morin (1999).

Saber 3:

El ser humano es a la vez físico, biológico, psíquico, cultural, social, histórico. Es esta unidad compleja de la naturaleza humana la que está completamente desintegrada en la educación a través de las disciplinas y que imposibilita aprender lo que significa ser humano. Hay que restaurarla de tal manera que cada uno donde esté tome conocimiento y conciencia al mismo tiempo de su identidad compleja y de su identidad común a todos los demás humanos.

Saber 4:

Habrá que señalar la complejidad de la crisis planetaria que enmarca el siglo XX mostrando que todos los humanos, confrontados desde ahora con los mismos problemas de vida y muerte, viven en una misma comunidad de destino.

Saber 5:

“...El abandono de los conceptos deterministas de la historia humana que creían poder predecir nuestro futuro, el examen de los grandes acontecimientos y accidentes de nuestro siglo que fueron todos inesperados, el carácter en adelante desconocido de la aventura humana, deben incitarnos a preparar nuestras mentes para esperar lo inesperado y poder afrontarlo. Es imperativo que todos aquellos que tienen la carga de la educación estén a la vanguardia con la incertidumbre de nuestros tiempos”.

Saber 6:

“La comprensión mutua entre humanos, tanto próximos como extraños, es en adelante vital para que las relaciones humanas salgan de su estado bárbaro de incompreensión”.

Saber 7:

“La ética no se podría enseñar con lecciones de moral. Ella debe formarse en las mentes a partir de la conciencia de que el ser humano es al mismo tiempo individuo, parte de una sociedad, parte de una especie. Llevamos en cada uno de nosotros esta triple realidad. De igual manera, todo desarrollo verdaderamente humano debe comprender el desarrollo conjunto de las autonomías individuales, de las participaciones comunitarias y la conciencia de pertenecer a la especie humana”.

Las reflexiones de E. Morin iluminan posibles componentes para un nuevo paradigma educativo, en cuyo centro esté el desarrollo integral del ser humano en sus dobles contextos: el yo y los otros, la ética y la moral, y lo global y lo local.

Es conveniente reiterar y tener en mente que los pilares tienen bastante de subjetividad, ya que dependerán de la procedencia comunitaria de la persona o personas que los seleccionen. Entre las procedencias comunitarias destacan:

- Religiosas.
- Ideología política.
- Convicciones sociales.
- Tradición y prioridades culturales.
- Compañías de software¹².
- Campañas de marketing actual (digital) para captar clientes¹³.

Aprender y enseñar

Una vez establecidos los pilares, las personas deben **aprender**; es decir, adquirir y fijar en la memoria los conocimientos que forman la materia objeto de la educación y formación, mediante el estudio y/o la experiencia. Para ello

¹² Se puede pensar en Cisco, Microsoft, Oracle..., cuando plantean la formación que se requiere para el siglo XXI.

¹³ Realizadas por sistemas educativos, públicos o privados, con la intención de captar clientes para su oferta.

necesitan señalar lo que quieren/necesitan aprender; es decir, **enseñar**. Esta acción, tradicionalmente y sobre todo en edades tempranas (niños, adolescentes y jóvenes), se realiza mediante profesionales en dicho campo (**enseñantes o profesores**). En la sociedad del conocimiento¹⁴, cada vez más, cada persona, si ha adquirido la competencia correspondiente (**aprender a aprender**), es/será ella misma su propio profesor.

En estas circunstancias, una vez fijados los pilares y sean cuales fueren estos, es necesario plantearse una serie de preguntas. Lo harán bien las personas que autogestionan su propio proceso o bien los responsables/agentes de interés del sistema de educación y formación. Estas preguntas son:

¿Para qué?, ¿Por qué?, ¿Qué?, ¿Cómo?,
¿Quiénes?, ¿Cuándo?, ¿De quién?, ¿Dónde?
APRENDER

Las preguntas son las mismas que se podían hacer en la sociedad industrial, aunque ahora las respuestas son distintas. Como serán distintas las respuestas, en el momento actual, de las personas según la generación a que pertenezcan, su propia y única identidad, las diferentes circunstancias en que se encuentren, y el grado de desarrollo personal que tengan. Una motivación esencial para aprender es tener claro el ¿para qué? y el ¿por qué? aprender, Fig.2.3.

Como consecuencia de todo ello el entorno de educación no solo es el formal, el único prácticamente¹⁵ existente en la sociedad industrial, sino que aparece el aprendizaje no formal e informal.

¹⁴ Que precisa de una educación y formación a lo largo de toda la vida, y no solo en etapas establecidas y dadas de su desarrollo.

¹⁵ La forma alternativa de aprender en la misma era a través de la experiencia, por ello las generaciones de mayores siempre ocupaban los puestos de mayor responsabilidad, remuneración y poder ('la experiencia/la antigüedad es un grado').

El apartado siguiente es un análisis y reflexión que se ha realizado acerca de qué aspectos de estas nuevas necesidades de educación y formación ya son más o menos 'ética y estéticamente' aceptadas como necesarias, aunque su plasmación en acciones concretas y reales es otra cuestión.

IV.2.- Repensando la educación y la formación para la sociedad del conocimiento

Parece lógico que hay que repensar la educación y formación, si nos encontramos en un mundo en cambio, distinto de los acaecidos anteriormente; y que no se sabe bien si existe o no existe un nuevo paradigma; en caso de existir, si se encuentra ya más o menos definido y es conocido. Estas preguntas adquieren un significado especial en la nueva sociedad, en la que conocimiento es la nueva 'materia prima'; y en la que las personas son, más que nunca, el centro de dicha sociedad.

Hasta el momento se notan cambios, más o menos profundos y eficaces, en el sistema, aunque no cambio de sistema, a no ser en escuelas y colegios basados en pedagogías alternativas, casi todos ellos de iniciativa privada. En la enseñanza superior universitaria los cambios son menos perceptibles, y la educación y formación a lo largo de la vida no se ha formalizado todavía.

La apuesta por un cambio **disruptivo en la educación** no parece ser, por el momento, una solución ni viable ni posible a escala generalizada. Tampoco se trata de renunciar a todo lo que se ha hecho y se está haciendo, ya que ha dado buenos resultados y es todavía pertinente en la nueva sociedad emergente. No se trata, tampoco, de hacer bien las cosas que no se han hecho así hasta el momento; todo depende de si las mismas son pertinentes en la sociedad del conocimiento. Posiblemente, de nuevo, en el equilibrio está el éxito.

La otra cuestión es si el cambio es posible debido a la falta de financiación y a los recortes existentes en educación, así como en otros sectores de la vida en

común. El planteamiento se cree que debe ser: primero las ideas y los ejes básicos del nuevo sistema, con un acuerdo lo más amplio posible y coherente, para su estabilidad y puesta en marcha; y luego, al final, la financiación para poder llevarlo a cabo. Lo que hace difícil el cambio es la falta de ideas y de voluntad real de llevarlo a cabo para que beneficie al mayor sector posible de la sociedad, al tratarse de un bien común mundial (Unesco, 2015).

IV.2.1.- ¿Dónde se está y hacia dónde se va?

Como se ha indicado, ya se dispone de indicios de cambios, de distinta naturaleza según países e incluso instituciones/comunidades educativas dentro de un mismo país.

Las respuestas a estas preguntas se enfocan de manera general, sin referirse de manera concreta a ningún nivel del sistema formal inicial, ni a ningún país concreto mientras no se afirme lo contrario, ni a la formación a lo largo de toda la vida, que no hay que confundir ni identificar con la educación de adultos.

Se apuesta por dar respuestas en forma de una serie de diez reflexiones puntuales y breves¹⁶:

1.- El desarrollo integral de la persona es un **proceso** que tiene lugar a lo largo de toda su vida. El sistema formal de educación debe tomar en cuenta esta premisa en el diseño e implementación del mismo, con unos currículos progresivos, adecuados a la edad y condición de los que aprenden, al tiempo real disponible para el aprendizaje con un esfuerzo razonable, coordinados entre niveles, y con unos objetivos realistas y posibles. Posiblemente es tan importante cómo se aprende como qué se aprende. En este sentido también se ha de ir hacia una orientación curricular más transversal e integrada y menos

¹⁶ Dicho número es totalmente arbitrario, se establece con el objetivo de fijar prioridades, desde una perspectiva personal orientada por mi mentor.

compartimentada en disciplinas. Profesores y alumnos deben adoptar un nuevo rol en el sistema formal.

2.- El aprendizaje y la creación de conocimiento ya no es patrimonio **solo** de las instituciones escolares y académicas tradicionales. Aparecen también en el sector nuevos agentes, organizaciones y entornos. La capacidad del autoaprendizaje, al llegar a un cierto estado de desarrollo personal, es una opción a desarrollar, impulsar y aprovechar.

Es importante ocuparse de la **formación del carácter**¹⁷ de las personas, especialmente en los momentos que este se encuentra en conformación. El poder de la pasión de cada persona y la perseverancia para alcanzar objetivos a largo plazo son características esenciales de la nueva personalidad *GRIT*¹⁸ (Duckworth, A., 2016)¹⁹ en un entorno VUCA.

Un carácter en construcción y adaptación permanente, conservando su identidad natural.

3.- Las personas deben aprender a vivir y convivir con las **diferencias culturales**, que tienen diferentes y variadas dimensiones. El equilibrio adecuado entre una visión global y una local o próxima es esencial en un mundo hiperconectado, en el que la persona se siente insegura y asustada ante los riesgos, la incertidumbre, la complejidad, el exceso de información interesada, contradictoria y manipulada en ocasiones. En estas circunstancias es esencial una educación para la convivencia y la ciudadanía, basada en valores éticos de carácter universal.

¹⁷ El carácter es aquello que individualiza; es decir, está formado por aquellas componentes que expresan de manera más individualizada y distintiva el modo de ser y comportarse de una persona en particular. El carácter configura la personalidad de una persona, junto con el temperamento y las actitudes.

¹⁸ Propio de la nueva psicología positiva.

¹⁹ Que, no obstante, tiene sus detractores.

Las personas deben aprender a **dialogar**; es decir, a intercambiar convicciones, posicionamientos y prioridades, en base a ideas firmes aunque no inamovibles.

4.- El proceso educativo y formativo inicial formal, en el que cada persona no tiene todavía capacidad de decisión, debe integrar los conocimientos tradicionales (artificialmente divididos en disciplinas) con el aprendizaje e interiorización de otras capacidades o **competencias**, cada vez más importantes en el desarrollo integral de la persona.

Las orientaciones de la Unión Europea insisten en la necesidad de la adquisición de las **competencias clave o básicas**²⁰ por parte de la ciudadanía como “condición indispensable para lograr que los individuos alcancen un pleno desarrollo personal, social y profesional que se ajuste a las demandas de un mundo globalizado y haga posible el desarrollo económico, vinculado al conocimiento”.

La competencia “supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones, y otros componentes sociales y de comportamiento, que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz”. Se contemplan, pues, como conocimiento en la práctica; es decir, un conocimiento adquirido a través de la participación activa en prácticas sociales y, como tales, se pueden desarrollar tanto en el contexto educativo formal, a través del currículo, como en los no formales e informales.

Dado que el aprendizaje basado en competencias se caracteriza por su transversalidad, su dinamismo y su carácter integral, el proceso de enseñanza-aprendizaje competencial debe abordarse desde todas las áreas de conocimiento y por parte de las diversas instancias que conforman la comunidad educativa, tanto en los ámbitos formales como en los no formales e informales. Su dinamismo se refleja en que las

²⁰ Este aspecto se trata con mayor atención en el capítulo V de esta investigación teórica.

competencias no se adquieren en un determinado momento y permanecen inalterables, sino que implican un proceso de desarrollo mediante el cual los individuos van adquiriendo mayores niveles de desempeño en el uso de las mismas” (MECD, página web).

5.- La **educación personalizada** es cada vez más necesaria, ya que cada ser humano, de cualquiera de las generaciones consideradas, es único; y de hecho es la que asume el ‘adulto formado’ en su aprendizaje permanente (autoaprendizaje), en base a sus necesidades, oportunidades, motivación y pasión.

6.- La educación y formación se debate entre ser inclusiva y/o ser exclusiva, situación que hay que abordar de manera justa, equitativa y realista; buscando un equilibrio adecuado y posible entre equidad y calidad, al servicio del desarrollo integral de cada persona, procurando y logrando la mayor integración posible²¹.

7.- El repensar la educación y formación no significa **centrarla** en el conocimiento de **lenguas extranjeras**, especialmente el inglés, y el **uso de las TIC** en las aulas²². Estos aspectos son importantes, siempre que se tenga claro el ¿cómo?, el ¿por qué? y el ¿para qué?

Tan importante como conocer lenguas no maternas, que lo es por el momento, es conocer y asimilar culturas diferentes a la materna en la que cada persona ha crecido, como base de la convivencia; en este contexto (que debe ser recíproco), el conocimiento de lenguas asociadas alcanza todo su valor y potencialidad.

8.- En este análisis y reflexión ocupa un lugar primordial la necesidad de **repensar y reorientar la formación del profesorado**, tanto la inicial como la

²¹ En ocasiones es difícil separar los aspectos básicos de la educación y formación del sistema educativo y la escolarización.

²² Tanto para favorecer un aprendizaje significativo, como herramientas indispensable en la sociedad actual.

continua, de todo el sistema formal de educación y formación. De nuevo aquí es esencial plantearse, y responder, las cuatro preguntas que se indicaban en la Fig. 2.3. La responsabilidad de la universidad en este sentido es capital, ya que en ella se educa y forma todo el profesorado del sistema educativo inicial, desde el de preescolar al universitario.

9.- Aparecen “**vacíos**” de formación, cada vez mayores y diversificados, en los sistemas formales de educación (tradicionales y únicos, hasta ahora). Los mismos son consecuencia por una parte de las nuevas y cambiantes necesidades de educación y formación para el mundo de hoy y del futuro próximo, que ya está ahí; y por otra, de la inercia de los sistemas formales para incorporar cambios estructurales en los mismos, sobre todo de la índole que se precisan. Por ello el aprendizaje no formal e el informal²³ van a ser cada vez más relevantes y reconocidos²⁴, así como complementarios del formal y del autoaprendizaje. La situación afecta a todos los agentes de interés/grupos interesados de la educación y formación.

10.- La educación y formación, junto al desarrollo humano integral, debe capacitar a la persona para: el **mundo laboral**, mejorar sus condiciones de **empleabilidad** y su contribución al **desarrollo regional**; un desarrollo inteligente, sostenible e integrador. Todo ello en un entorno global y un contexto local, que hacen que el futuro del trabajo, tal como se entiende hoy en día, sea cada vez más incierto.

La **empleabilidad**, en el momento actual, se ha convertido en un objetivo de los sistemas de educación y formación, al menos en su declaración de intenciones. Lo es tanto para los casos de la inserción en el mundo laboral (primer empleo), como para los profesionales y trabajadores que se encuentran en paro, para

²³ Y la experiencia laboral previa.

²⁴ La UE tiene previsiones para reconocerlo a partir de 2018, en el ámbito de la juventud. En el consejo de Educación y Cultura, celebrado a finales de noviembre 2012, los veintisiete países de la UE alcanzaron un acuerdo político para aplicar el reconocimiento del aprendizaje “informal” y “no formal” en los Estados miembros, teniendo en cuenta las características de cada sistema nacional.

los que desean cambiar de empleo e incluso de profesión, o para progresar en la corporación en la que trabajan.

Este aspecto²⁵, tan pragmático como conceptual, incorpora nuevas aristas y dimensiones a las necesidades de educación y formación para la sociedad del conocimiento: qué necesidades, cómo satisfacerlas, por quién, cuándo, y dónde.

Por todo ello, es importante que la persona:

- a. Adquiera una educación y formación inicial lo más individualizada posible, de calidad y que sea pertinente para la sociedad del conocimiento.
- b. Aprenda a vivir y convivir en la diversidad cultural²⁶, conservando su propia identidad.
- c. Aprenda a aprender²⁷.
- d. Tenga pensamiento crítico.
- e. Atesore perseverancia y encuentre su pasión en la vida²⁸, que la dote de sentido y propósito.
- f. Disponga de una actitud flexible, que esté asentada en unos pocos y firmes valores éticos universales y personales.

En esta reflexión es pertinente incidir en dos conceptos o actitudes que se presentan como antagónicas: **competición** frente a **cooperación**. En realidad no deben serlo, ya que no se trata de una o la otra, sino de la conjunción ponderada, flexible y selectiva de ambas, según los casos.

La competitividad no se debe demonizar, ya que adquiere un sentido o finalidad diferente en la nueva sociedad, según el contexto y sentido en el que se utilice. En la sociedad industrial y el modelo económico neoliberal imperante, tiene un

²⁵ Irrenunciable personal y socialmente; aunque hay que matizar, para ambos casos, el alcance y naturaleza del término empleabilidad en el contexto VUCA actual.

²⁶ Con los que “no son como él o como ella”.

²⁷ Realmente a: aprender, desaprender y reaprender (metacognición).

²⁸ En el capítulo III, al tratar sobre el talento (concretamente del Elemento de Ken Robinson), ya se incidió en este aspecto.

sentido con muchas connotaciones negativas²⁹. En este sentido es relevante la Fig. 4.3., que representa el nuevo concepto de la misma, según Orkestra-Instituto Vasco de Competitividad, Fundación Deusto. La finalidad última de la competitividad y una mayor productividad es: **el bienestar y la cohesión social**.

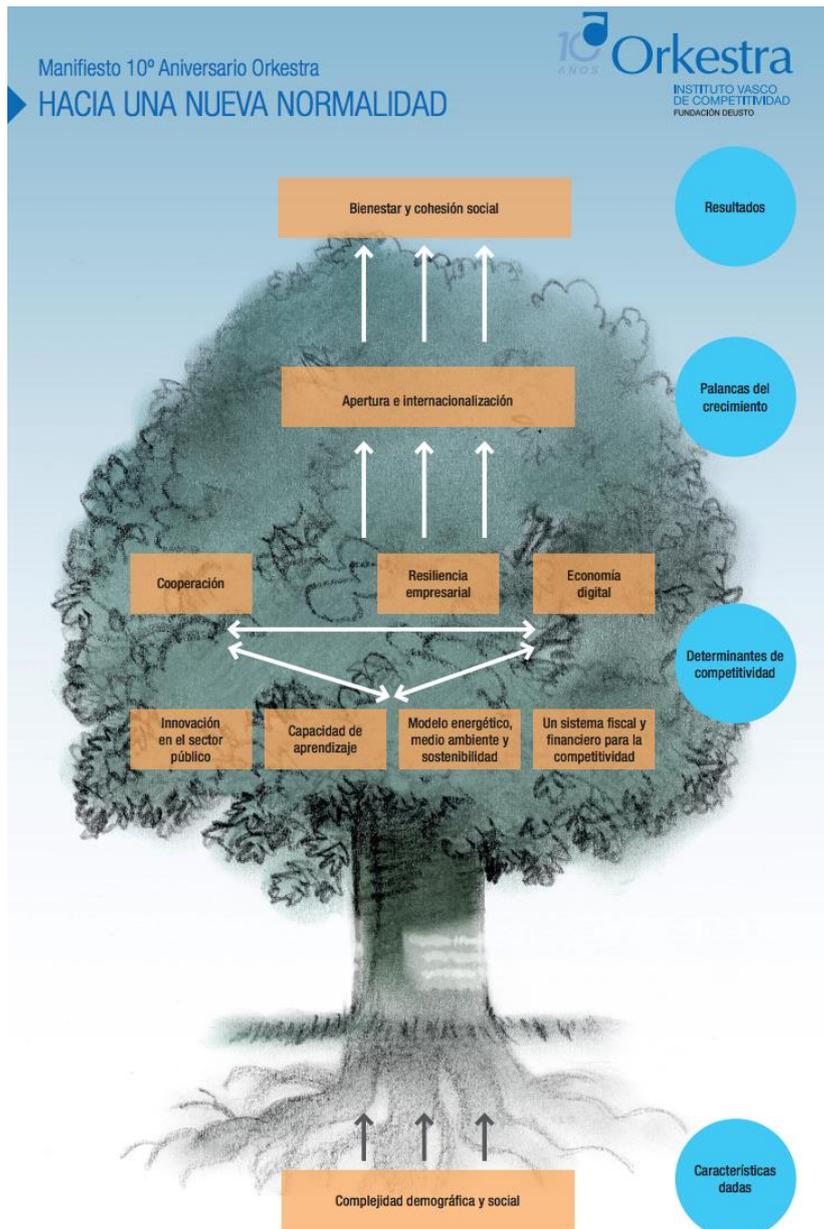


Fig. 4.3.- Manifiesto 10º aniversario Orkestra.

Fuente: Orkestra-IVC_FD, junio 2016.

²⁹ En ocasiones asociado a que “el fin justifica los medios”.

Cada vez más se opta por un término que en inglés se forma de la conjunción de ambos: *co-opetition*, que viene a indicar que se debe aprender a “competir cuando hay que competir y a cooperar cuando hay que cooperar”. Estos aspectos es importante aprenderlos en la escuela, e ir acumulando conocimiento acerca de los mismos, de su finalidad y de su uso a medida que se desarrolla el carácter y la actitud en la persona.

Por lo tanto, como se indicó al principio de este apartado, en todo el mundo se está repensando la educación y formación que se requiere para comprender, vivir, convivir y trabajar en el mundo de hoy, tanto desde una perspectiva global como local³⁰. Posiblemente no hay por el momento un posicionamiento respecto de la educación y formación que sea mejor que otros; ni que todo lo “anterior” no sirva y haya que cambiarlo de “arriba abajo”. La flexibilidad, estar atentos a los cambios, tener claras las metas, individualizar y particularizar todo lo que se pueda la educación y formación³¹, y todo ello hecho de manera transparente y abierta, es lo que se cree importante. La Fig. 4.4. **trata**³² de resumir y sintetizar la reflexión y el proceso (es decir, la metodología) para repensar la educación y la formación, tanto desde la perspectiva institucional y colectiva, como desde la más personal o la de colectivos o comunidades culturales.

A lo largo del capítulo se ha abordado cómo se está repensando la educación y formación, por parte de diversos agentes que aparecen en la Fig. 4.4.: filósofos, sociólogos, psicólogos, ‘nuevos’ científicos de la educación, practicantes y expertos; así como desde una reflexión personal.

³⁰ Cada país, institución, comunidad, familia, persona se posiciona, o le posicionan, en un punto del continuo que tiene como extremos lo global y lo local, modulados por sus propósitos, creencias, finalidad y características naturales o tradiciones (cultura). Dicho punto se desplaza a medida que la persona llega a posicionarse por sí misma (es lo que hay que lograr, de manera inclusiva) en el punto –dinámico y flexible- en el que se “encuentra” a sí misma.

³¹ Sobre todo en la etapa inicial en todos sus niveles, y de manera especial en las personas afectadas por la exclusión.

³² Se cree que no tiene por qué ser la válida, sino que sea una que sirva para iniciar reflexiones, dialogar y tomar de decisiones.

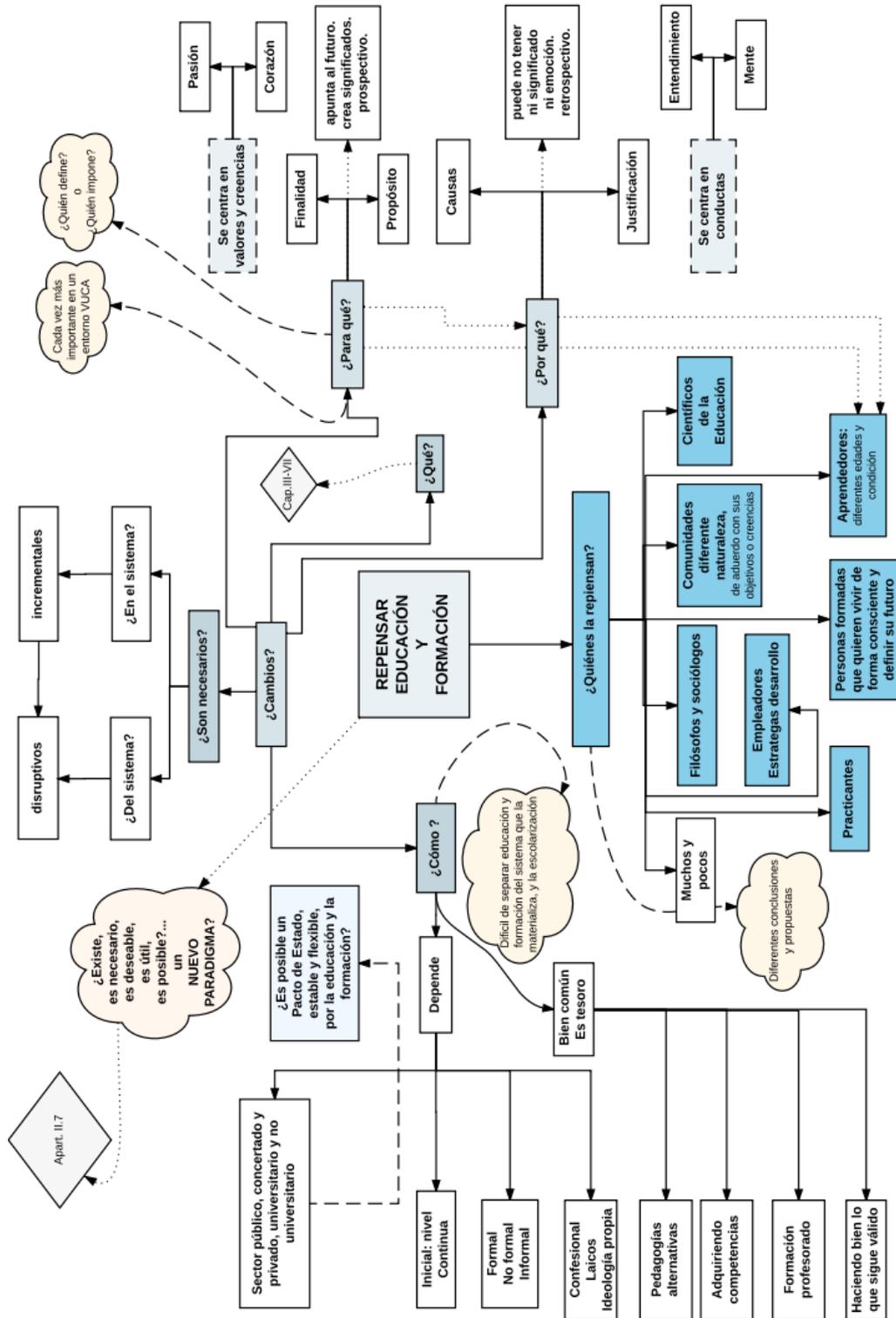


Fig. 4.4.- Resumen para repensar la educación y formación, y el sistema que la hace posible.

Fuente: Elaboración propia.

Esta perspectiva se puede enriquecer más considerando los contenidos de los capítulos V y VI; así como aportaciones adicionales y dispares de reconocidos practicantes actuales, a añadir a T. Wagner, Sugata Mitra, J.A. Marina y K. Robinson, como pueden ser: Sor Montserrat del Pozo (escuelas Montserrat), Marjo Kyllönen, Kieran Egan, Sukla Bose, Sal Khan, Francesco Tonucci, etc; así como los/las impulsores/as de diversas pedagogías alternativas (*Montessori, Waldorf, Reggio-Emilia*, escuelas democráticas, etc.).

Con todo ello, se está en condiciones de plantearse la cuestión del posible paradigma de la educación y formación para la sociedad del conocimiento.

IV.3.- ¿Un 'nuevo' paradigma en la educación y formación?

Si se habla de la necesidad de un nuevo paradigma para comprender el mundo de hoy (§1.4), parece consecuente a priori que se hable de un nuevo paradigma para la educación y formación. Un paradigma que suministre “la **base** y el **modelo** para resolver problemas y avanzar en el conocimiento” (RAE). Desde luego no se puede entender este concepto, aplicado a la educación y formación, en el sentido que lo recuperó T.S. Kuhn en 1962 (§ 1.4). No hay que olvidar, además, que al analizar la propuesta de A. Touraine (§1.4) no se afirmaba que se trate del nuevo paradigma, sino de una aportación al proceso de construcción del mismo, en el que se encuentra la humanidad.

En el caso de la educación y formación que necesitan las personas, las comunidades y las instituciones para desenvolverse en el mundo de hoy y quizá en el de mañana, la situación, si cabe, es más delicada. Dichas necesidades responderán a la percepción³³ de cada una de las entidades anteriores acerca de la educación y formación.

³³ Una percepción que al inicio es impuesta (caso del sistema formal de inicio en niños, adolescentes y jóvenes), y a medida que la persona se desarrolla puede ser más autónoma y controlada por cada persona.

En este sentido, además, cabría preguntarse: ¿Se ha sido consciente o hemos sido conscientes de cuál es el paradigma actual, que habría que cambiar?, ¿se ha explicitado alguna vez? Posiblemente en la época anterior, relativamente más estable y establecida, no era tan necesario el concepto, ni la palabra se puso de moda. La pregunta es pertinente para establecer si hay que conservar algo del antiguo o se precisa que todo sea nuevo.

Si se aplica la definición de la RAE es difícil llegar a comprender, y quizá a admitir, que es posible converger en una base y modelo para la educación y formación en el mundo actual, a no ser que se trate de mínimos y de aspectos bastante generales y abstractos. Es lógico porque la educación, sobre todo, tiene mucho de ideológico, de creencias y de prioridades asociadas a comunidades de distinta naturaleza. El problema se hace más complejo cuando se mezclan los conceptos anteriores con los de sistema escolar y la escolarización.

En el paradigma de la educación y formación, sea nuevo o no tan nuevo, es conveniente considerar la metodología representada en la Fig.2.3. Se podría admitir de inicio, simplificando, que es algo más sencillo lo relativo a la formación que a la educación. En relación con la educación, las cuatro preguntas de dicha figura se podrían agrupar en dos categorías: a) ¿para qué? y ¿por qué?, b) ¿qué? y ¿cómo?

La primera categoría tiene más de complicación y de complejidad; la segunda, de complejidad. Es más fácil ponerse de acuerdo *a priori* en el ¿qué? y el ¿cómo?, que en el ¿para qué? y en el ¿por qué?

La primera de dichas categorías tiene mucho de subjetividad; en la segunda puede llegar a predominar cierta predisposición objetiva. En la primera predomina el corazón, los sentimientos, las emociones, la pasión; en la segunda, la mente, la razón, los argumentos, el entendimiento.

Por otra parte, resulta complejo³⁴ intentar disponer de un paradigma que abarque todos los niveles de educación: desde la preescolar y primaria a la universitaria³⁵; desde la educación inicial (hasta ahora la única que existía) hasta la continua o a lo largo de toda la vida; una educación y formación reducida a entornos solo formales y reglados, impartida por agentes exclusivos y excluyentes.

En cuanto a la formación o desarrollo de capacidades relacionadas con el saber hacer, se está volviendo a épocas anteriores, adaptadas al momento y desarrollo actual del aprendizaje mediante la figura del aprendiz³⁶; siendo complejo encontrar el adecuado equilibrio y la distribución de esfuerzos entre la parte académica, la parte externa a la institucional, y la relación entre ambas. El futuro incierto del trabajo, con las sucesivas revoluciones industriales y el desarrollo de las aplicaciones de inteligencia artificial, hace la situación ambigua y volátil. Sobre todo en momentos en que la formación, sea de excelencia o no, predomina sobre la educación.

La ubicuidad de las TIC, que son parte del paradigma aunque no son el paradigma, hace que su aprendizaje y familiarización no se pueda reducir a aprender un nuevo tipo de alfabetización o a usar un instrumento nuevo, ya que transforman e inciden todos los aspectos de la vida individual y en común. Su presencia y rol en la educación y formación todavía no está resuelta; como se dijo anteriormente, es más que todas las aulas de una escuela, instituto o universidad dispongan de ordenadores y de conexión a Internet. En este sentido las TIC tienen que ver, cada vez más, con adquirir nuevas estrategias

³⁴ Casi tanto como intentar comprender el mundo de hoy.

³⁵ Cuando más a menudo de lo que sería de desear existe descoordinación entre todas ellas; entre una y la que le sigue.

³⁶ La proliferación, prácticamente en todas las titulaciones (grados y maestrías), de las prácticas en empresas y organizaciones, tanto públicas como privadas, y la formación dual (en la formación vocacional o profesional) es tanto necesidad como realidad en construcción.

de pensamiento, en las que la ciencia cognitiva y la neurociencia pueden aportar mucho.

IV.3.1.- Algunas propuestas

Por todo ello se está asintiendo a una proliferación de propuestas de paradigmas relacionados con aspectos concretos y parciales de la educación y formación, más que de un paradigma para la educación y formación en el mundo actual. Entre ellas se pueden mencionar:

- Teoría instruccional y tecnología para el nuevo paradigma de la educación³⁷. Ch.M. Reigeluth (2012).
- La educación del ser. Un nuevo paradigma educativo para el desarrollo del talento. L.I. Cacho Vicente (2015).
- *Toward a New Paradigm in Education*. G. Jacobs (2014).
- *A New Paradigm for Learners and Teachers Thanks to Situational Pedagogical Games: Strengthening Transversal Skills*. W. Nuninger and J-M. Châtelet, (2016).
- *New Paradigm for Re-engineering Education. Globalization, Localization and Individualization*. Y. Cheong Cheng (2005).
- *Serious games: A New Paradigm for Education?* S. de Freitas and F. Liarokapis, (2011).
- *Entrepreneurship Education and Training Programs around the World. Dimensions for Success*. A. Valerio, A.; B. Parton, B. and A. Robb (2014).
- El Nuevo paradigma de la Educación para el siglo. I. Aguerro (1999)³⁸

³⁷ Introduce unas "Ideas centrales del Paradigma de Instrucción Posindustrial", no de la educación. Su aportación está orientada hacia el diseño instruccional (teorías y modelos).

³⁸ Parece uno de los recomendables para leer.

- M. Zapata Ros³⁹ “Algunos apuntes sobre la educación y la universidad en la Sociedad del Conocimiento”, (INED21, 2016).
- 20 Claves Educativas para el 2020. ¿Cómo debería ser la educación del siglo XXI? Fundación Telefónica (2013). Viaje a la escuela del siglo XXI. Así trabajan los colegios más innovadores del mundo. Fundación Telefónica (Hernando, A., 2016).

A pesar de estas y otras muchas propuestas de cambio no se debe menospreciar la vigencia y la fuerza de la educación desarrollada en la sociedad industrial; es decir, en la actual. La alternativa, la educación posindustrial o de la sociedad del conocimiento, es todavía incipiente, minoritaria, y aún no está asumida socialmente como idea predominante ni mucho menos. Las prácticas innovadoras que superen los déficits de esa ‘educación industrial’ son excepcionales y son llevadas a cabo de forma minoritaria por docentes muy comprometidos. No pasan del nivel que se conoce como de ‘adoptadores tempranos’ (*early adopters*).

En el sistema educativo la resistencia al cambio, es mucho más fuerte que en otros ámbitos, por ser una actividad dividida en estamentos y mediatizada por procedimientos administrativos.

Esta resistencia puede jugar en la contra de los grupos y comunidades más innovadoras, como ha sucedido en ocasiones similares con otras innovaciones disruptivas en otros sectores.

Si el ‘sistema’, el *status quo* educativo, se encastilla, como abordó Curtis Johnson en su conferencia del *Global Education Forum* o como lo plantea Clayton Christensen, de forma más genuina, en la reunión que tuvo con la ‘gente’ de Harvard y de Google-EDX, puede suceder que se acelere el proceso

³⁹ Se cree que es relevante su referencia por la visión que manifiesta (más allá incluso de las tres claves) y el reconocimiento que tiene.

y que los alumnos abandonen las instituciones, los colegios, los profesores y las universidades, buscando ellos directamente un conocimiento y una capacitación útil fuera de las escuelas y de las universidades, en Internet o en iniciativas de rendimiento profesional, como son las sucesoras de los MOOC como los *nanodegrees*, másteres *dual 'layer'*, etc.

A estas propuestas y a otras no consideradas, habría que añadir los dos pilares citados en este capítulo, así como las visiones acerca de la educación y la formación de diversos filósofos, sociólogos, educadores, pedagogos, etc. incluidas en este preámbulo del marco conceptual de la tesis.

Antes de hacer una modesta propuesta de paradigma, fruto de la reflexión, el debate y la toma de decisiones, se considera adecuado **plantear una serie de preguntas**, sin imponer respuesta alguna:

- ⇒ ¿La búsqueda de lo común, como consecuencia de la globalización y de las diferencias individuales de distinta naturaleza, es tan importante, lo es más o lo es menos que la localización concreta y la individualización?
- ⇒ En caso de ser posible proponer un paradigma, ¿sería el mismo para las distintas generaciones?, ¿se podrían identificar rasgos comunes y diferenciales en cada una de ellas?
- ⇒ ¿Se podría hablar de un paradigma, o de varios?, ¿quién o quiénes deberían refrendarlo? Ya que en este caso es difícil y ambiguo hablar de comunidad científica propia, como sí podía hacer T.S Kuhn en su enunciado. Muchos de los artículos y libros acerca de paradigma relacionados con la educación y formación van acompañados de un adjetivo, como se ha ilustrado en la corta relación anterior.
- ⇒ ¿Es necesario, recomendable y posible disponer de un paradigma?
¿Qué ventajas e inconvenientes reales tendría?

- ⇒ El concepto, sin saber bien de qué se está hablando, ¿no se está utilizando a menudo como recurso del nuevo marketing digital para “vender” el servicio o conseguir un posicionamiento de marca?
- ⇒ Existen características nuevas, especificadas en este mismo apartado que ya están admitidas en mayor o menor grado por las comunidades científicas o grupos de interés, ¿podrían formar parte estas del nuevo paradigma, que en cualquier caso se encontraría en construcción permanente y evolución continua?
- ⇒ Siendo ‘conservadores’; es decir, ‘no disruptivos’⁴⁰, ¿se podrían seleccionar cinco ejes básicos para dicho paradigma? Vamos a arriesgarnos.

Se trata de una propuesta fruto de la lectura, la reflexión, el debate, una nueva reflexión y la toma guiada de decisiones con el mentor. Este es el alcance que tienen, sin intentar ni pretender que sean ni exclusivos ni excluyentes.

En un ejercicio de priorización y simplificación se han elegido, de manera arbitraria, cinco aspectos que podrían definir un “nuevo paradigma”⁴¹:

IV.4.- Cinco ejes para un posible paradigma de la educación y formación

Esta es la postura por la que se apuesta por el momento en este marco conceptual:

a.- La educación y formación deben ser consideradas un proceso dinámico y flexible a lo largo de la vida para que cada persona se desarrolle integralmente en un mundo en constante cambio y una sociedad posindustrial emergente.

⁴⁰ Cada vez más numerosos en la literatura del campo.

⁴¹ Se intenta ser lo más objetivo posible, aunque se asume la posibilidad de incluir afirmaciones, en ocasiones, de carácter subjetivo.

Dicha sociedad está regida por dos paradigmas:

- i. Uno emergente: paradigma cultural.
- ii. Otro en decadencia, crisis y transformación: paradigma socioeconómico.

En el proceso se pasa de una primera etapa (niños, adolescentes y jóvenes) en que, en la mayoría de las circunstancias, la educación es impuesta y controlada por diversos agentes próximos, fundamentalmente familiares y comunitarios, a otra (adultos y mayores) en la que el individuo puede en ciertos casos tomar decisiones y opciones propias o mantenerse al margen del proceso, de manera consciente o inconsciente.

En la segunda etapa⁴² existe un control más sutil y eficaz de la educación y formación⁴³ a partir de los medios de comunicación tradicionales, Internet, y las redes sociales; y también de la toma de decisiones, que afectan al individuo y ante las cuales poco puede hacer⁴⁴.

En estas circunstancias es importante que a lo largo del proceso cada individuo -que es único- pueda construir su **YO** y descubra a los **OTROS**, así como la manera de admitirlos, integrarse con ellos y convivir en las diferencias, que son de diversa naturaleza⁴⁵, Fig. 4.5. Este aspecto es especialmente importante en un mundo globalizado y de flujos migratorios, como los que se viven en ciertas partes del mundo. Esta es una cuestión no resuelta y de solución nada sencilla⁴⁶.

⁴² Y también en la primera, aunque moduladas por la "autoridad familiar", cada vez más cuestionada.

⁴³ A través de crear patrones de comportamiento, sesgos en la información y la comunicación, orientación al consumo, y patrones a seguir.

⁴⁴ Como consecuencia de una globalización entendida como se ha hecho hasta el momento (capítulo I).

⁴⁵ Especialmente en cuanto a religión, género y etnias.

⁴⁶ Es decir: vivir y convivir en una sociedad multi e intercultural, que no son términos intercambiables.

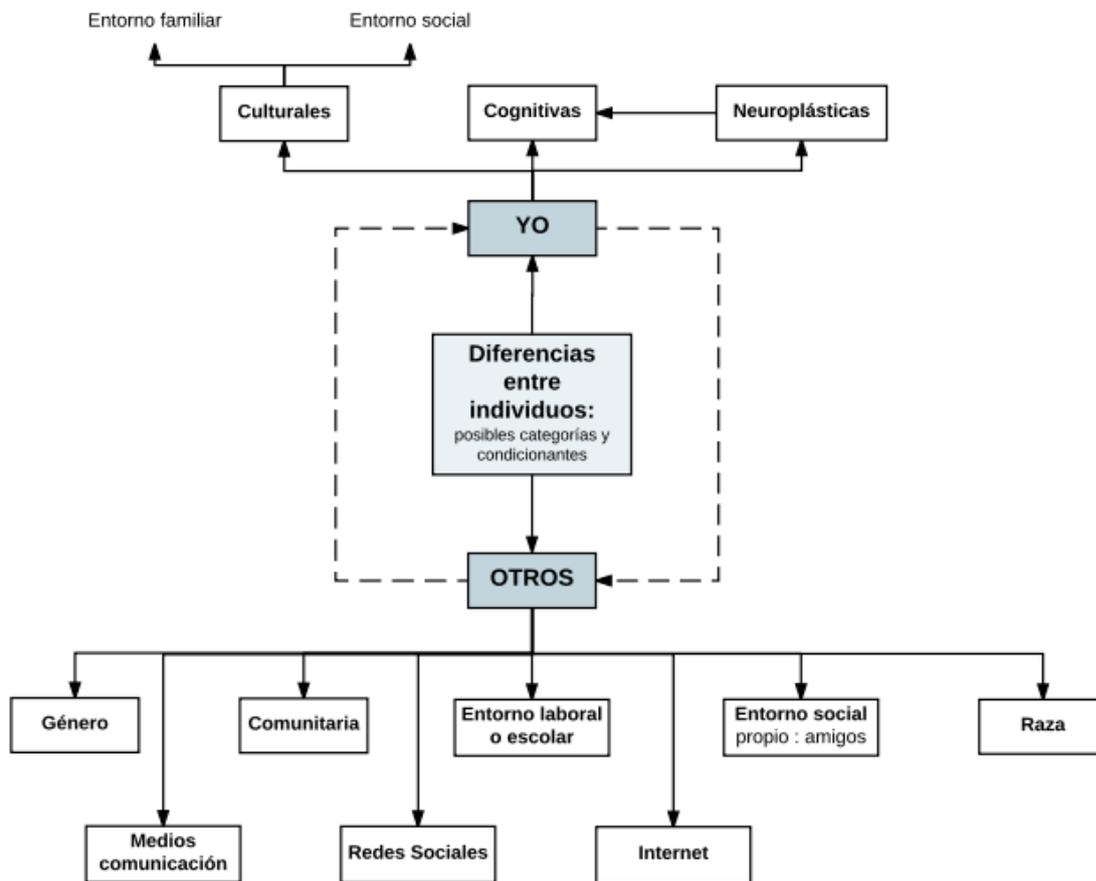


Fig.4.5.- Posibles categorías de las 'diferencias' y de algunos de sus condicionantes.

Fuente: Elaboración propia.

La construcción y reafirmación del YO lleva a definir identidades personales específicas, formadas por categorías diversas; unas son compartidas por su comunidad y son propias de la localización a la que pertenece, y otras tienen un ámbito universal. El lograr un equilibrio dinámico y flexible entre ambas, y dentro de cada una de ellas, es esencial para la convivencia y para la felicidad personal. Esta identidad está sometida al cambio, por lo que es importante “tener claro” lo que se quiere conservar y lo que no es tan necesario hacerlo.

Las identidades, en el mundo actual, no son solo físicas, sino también virtuales; este es un hecho diferencial e importante en esta época de la humanidad respecto a situaciones anteriores.

Se asiste, posiblemente también, como afirma A. Touraine, a que: “se eleva el deseo del ser humano de constituirse en actor y sujeto de su propia existencia”.

b.- El individuo para educarse y formarse; es decir, desarrollar los aspectos anteriores, necesita conocer, adquirir conocimiento⁴⁷, aceptarlo, poner en acción lo aprendido, desaprender y reaprender.

Entre las múltiples dimensiones de este conocimiento son especialmente importantes para el mundo de hoy:

- i. Asumir unos **valores**.
- ii. Desarrollar una serie de **actitudes**.
- iii. Educar y formar su **carácter**.

Las generaciones más jóvenes (Tablas. 2.1 y 2.2) se educan en estas categorías fundamentales en la escuela y en la familia⁴⁸, aunque no exclusivamente; las más mayores, en general más reacias al cambio, lo consiguen como fruto de su reflexión, necesidad, determinación y coraje.

Son categorías del conocimiento que hay que orientar, practicar y asumir desde las edades más tempranas, aunque cada vez este hecho es quizá menos determinante, ya que el contexto externo, el mundo en cambio y las circunstancias personales, añaden unas cualidades que pueden ser determinantes en un proceso que se desarrolla a lo largo de toda la vida. Asumir qué es permanente y qué es transitorio resulta algo importante y necesario en el entorno VUCA en el que se vive.

c.- La educación y formación ha de orientarse al desarrollo integral de la persona, tanto del YO como de su relación con los OTROS, y para ello es

⁴⁷ Que tiene componentes de naturaleza diferente y, por lo tanto, múltiples dimensiones. Éstas se irán considerando a lo largo de este apartado y capítulos posteriores de la investigación teórica.

⁴⁸ Aunque, como dice J.A. Marina, la educación -sobre todo en estas cohortes- es tarea de “toda la tribu”.

importante el aprendizaje, la asunción y la puesta en acción de unos valores, desarrollar unas actitudes, y formar y modelar el carácter propio.

Este planteamiento necesario no es suficiente, en el momento actual al menos. Hay que educar y formar también para la empleabilidad y el desarrollo del entorno inmediato⁴⁹. Este aspecto, tradicionalmente, estaba más orientado y relacionado con la formación, aunque posiblemente ahora no sea así.

La educación y formación no crea empleo, aunque facilita la empleabilidad. El desarrollo y la creación de empleo, del necesario para la nueva sociedad que requiere de mucho valor añadido, reside en la I+ D y, sobre todo, en la innovación, junto con la transformación de los modelos de negocios actualmente imperantes, propios de la sociedad industrial.

En la innovación, que la hay de muchos tipos y naturalezas, hay dos que son muy importantes y a las que no se les presta la importancia que tienen: la innovación personal y la innovación social, como formas de un cambio en la sociedad, en el mundo, con un propósito que excede del éxito pura y exclusivamente económico.

En el posible nuevo paradigma de la educación y la formación, este aspecto adquiere características diferentes a las de épocas anteriores. El futuro del trabajo es desconocido; la pregunta popular “¿qué carreras me garantizarán mayores oportunidades de empleo y mejores condiciones materiales de vida?” tiene difícil e incierta respuesta, y no parece procedente. Las experiencias recientes lo muestran, y además se está asistiendo a una creación y desaparición de empleos, e incluso de profesiones, a un ritmo mayor que el que se ha dado en épocas anteriores.

Para encontrar trabajo, una persona educada y formada, en el momento actual, tiene que crearse (inventarse) ella su propio trabajo, normalmente en los

⁴⁹ Del regional o nacional, y no solo pensando en la humanidad o en lo global de forma abstracta.

espacios de *coworking*, en los parques científicos-tecnológicos y en los viveros de empresas; de ahí el auge del emprendimiento propio, que ha de ir acompañado de habilidades de intraemprendimiento, para ser capaces de emprender también dentro de una organización ya existente.

La robótica y la inteligencia artificial, que le permite incorporar ciertas habilidades cognitivas, están transformando el futuro del trabajo. Los individuos, a lo largo de su vida, cambiarán varias veces de empleo e incluso de profesión. Para estas circunstancias son las que hay que educarlos y formarlos; es decir, una empleabilidad para el presente y también para el medio plazo; para el largo hay que habilitarlos para que lo puedan hacer por ellos mismos. El presente es importante también⁵⁰, aunque con esa visión de futuro.

En el mundo actual es necesario que los individuos puedan, sepan y quieran, encontrar a profesionales que los reorienten, los recuperen y les acompañen personal y profesionalmente, con una nueva visión del liderazgo, la mentoría (*mentor*), y del guiado (*coach*).

Las organizaciones, las comunidades, los grupos, incluso los propios individuos para sí mismos en algunos casos, van a necesitar a otros que profesionalmente estén continuamente oteando el horizonte con capacidad prospectiva y que tengan ciertas cualidades personales e interpersonales para que les “saquen de la vorágine del día a día” que les impide pensar, reflexionar, planificar, repensarse y reorientarse.

d.- Conocimientos específicos y competencias.

Al tratar de presentar la base de un posible paradigma hay que tratar también del sistema de educación y formación, de la pedagogía a seguir y de las metodologías a aplicar.

⁵⁰ Si no que se lo pregunten a los individuos que no encuentran trabajo a pesar de su educación y formación.

Es un hecho que se ha pasado de aprender conocimientos transmitidos por el profesor, a aprender conocimientos concretos de una disciplina y competencias en el proceso formal inicial de educación y aprendizaje; al menos así se enuncia (ver Capítulo V).

Por lo tanto hay dos categorías no separables:

- Conocimientos específicos de un área determinada.
- Competencias no asociadas **necesariamente** a dicha área.

Se trata de ir del conocimiento de los distintos saberes al aprendizaje y desarrollo de competencias asociadas o no a los mismos.

Esto es una novedad y característica del 'nuevo' paradigma, aunque se trate de un proceso en sí mismo que todavía no ha encontrado su lugar. Ambas categorías son de naturaleza diferente, y necesitan procesos de aprendizaje y evaluación distintos y nuevos.

Si hay que aprender nociones de ambas categorías, y si la educación y formación se extienden a lo largo de toda la vida, se tendrán que revisar a fondo los contenidos curriculares para que los aprendedores puedan aprender lo que se considere relevante en cada momento del proceso, en el tiempo disponible, con un esfuerzo razonable.

Quiere decir además que los aprendedores deben ser capaces de alcanzar los objetivos previstos de la educación y formación, como 'conocedores' y como 'competentes'. Posiblemente lo de 'conocedores' (que tienen unos ciertos conocimientos concretos y específicos) esté más o menos claro; lo de 'competentes' requiere, posiblemente, mayor indagación.

La idea de que el conocimiento se transmite ha quedado obsoleta (UNESCO); si se transfiere de un estrato a otro debe producir significado en todo momento. Las fuentes de conocimiento se han diversificado; ha cambiado la creación, difusión, compartición, almacenamiento, y registro, aplicación y reutilización del

conocimiento; el conocimiento, a través de la escuela o de otros medios e instituciones, debe adaptarse a la demanda y no a la oferta. Como consecuencia, en relación al conocimiento “algo” ha cambiado también.

En cuanto a lo que es “**ser un individuo competente**”, la OCDE (2002)⁵¹ afirma que: “es ser capaz de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada”; y la Comisión Europea (2004a): determina que ser competente (para el aprendizaje permanente) supone: “utilizar de forma combinada los conocimientos, destrezas, aptitudes y actitudes en el desarrollo personal, la inclusión y el empleo”. A esta afirmación habría que añadir de forma explícita, a las categorías indicadas, la utilización de forma combinada de: valores éticos universales y los morales propios de cada comunidad. En la Fig. 4.6. se sintetizan estos aspectos, a los que se dedica el capítulo V de este marco conceptual.

Una cuestión importante es la definición, selección y evaluación de competencias propias del siglo XXI, de la Sociedad del Conocimiento o de cómo se desee denominar a la situación encontrada tras la sociedad industrial. Diversas organizaciones, educativas o no, gobiernos nacionales y supranacionales, personas relevantes y menos conocidas se han lanzado a establecer relaciones de competencias básicas o nucleares para el siglo XXI.

⁵¹ Definición y selección de competencias.

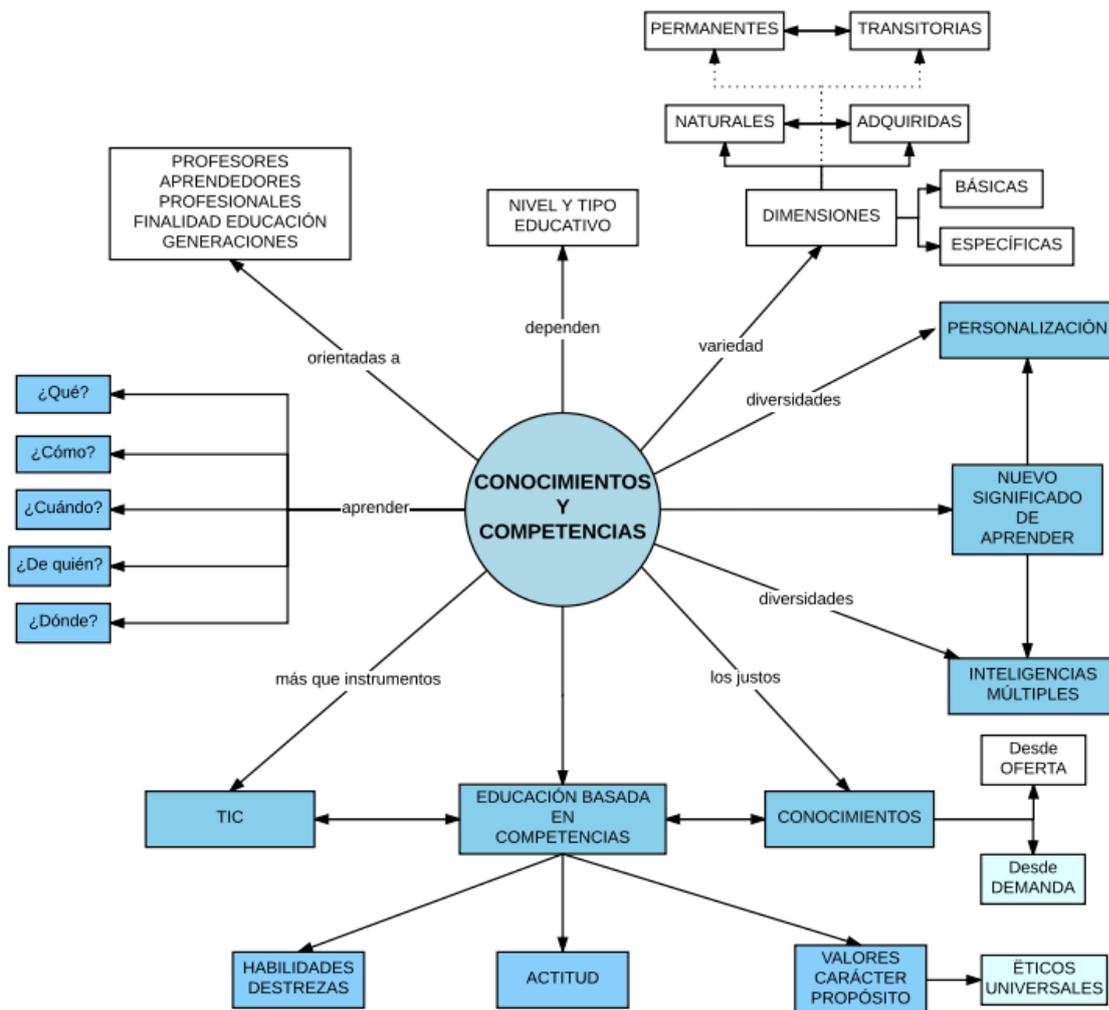


Fig. 4.6.- Conocimiento, competencias y su aprendizaje.

Fuente: Elaboración propia.

e.- El proceso y sus entornos

La educación y formación es un proceso que se desarrolla a lo largo de toda la vida, por lo tanto no termina con la superación o no superación de la última etapa reglada a la que llegue cada individuo.

Este proceso debe ser integrador, no solo para los aprendedores que se ajusten a los estándares del sistema educativo, sino también para los superdotados y para los excluidos y los que abandonan el mismo.

En el mismo aparecen distintas “novedades”⁵² respecto de la época anterior, que es la que se sigue imperando en la mayor parte de centros e instituciones.

Entre dichas novedades destacan:

- Diferentes entornos de aprendizaje:
 - Educación formal.
 - Educación no formal.
 - Educación informal.

La educación formal deja “vacíos” de formación, que son ocupados por otros agentes, debido tanto a la diversidad de saberes que se deben aprender, como a su inercia al cambio.

- Nuevos roles y tipos:
 - Profesorado, los que facilitan y orientan el aprendizaje. La docencia, la labor de que los aprendedores aprendan, sean guiados y orientados, es una faceta que no se contrapone a la investigación, ni a la innovación; una investigación que en algunos campos no se reduce a la universidad. Se debe progresar en la innovación de la educación y en el aprendizaje de la innovación.
 - Aprendedores, los que “deben”, quieren o saben lo que necesitan aprender en cada momento. Aparecen nuevos tipos de alumnos que saben lo que quieren.
 - Organización escolar, de formación profesional o vocacional y universitaria; así como también de desarrollo curricular.
- Nuevos momentos para el aprendizaje:
 - Inicial.
 - Permanente o a lo largo de la vida.

⁵² Aparecen entidades nuevas, y las tradicionales se transforman (o tienen que hacerlo).

- La formación del profesorado, tanto inicial como permanente, para todo el sistema formal de educación, es fundamental. Hay que repensarla y replantearla; así como el valor y reconocimiento social de la tarea profesional que realiza el profesorado.
- Hay que repensar y replantear las funciones de la escuela, de la universidad, de la educación superior y de la formación profesional para que sean entidades de la sociedad del conocimiento. La escuela y la universidad son entidades fundamentales en el paradigma para entender el mundo de hoy; pero algunas personas se atreven a anunciar que si no cambian terminarán desapareciendo.
- Habría que encontrar el papel de las TIC para mejorar la calidad del aprendizaje al servicio de las novedades y necesidades anunciadas, y no utilizarlas como meros instrumentos para reproducir lo que antes se hacía en la pizarra mediante transparencias o ahora mediante *software* de presentaciones. Quizá se ha avanzado más en el qué que en el para qué, por qué y cómo de su uso en la educación (Fig. 2.3.); hay que revertir la situación y equilibrarla.
- Cada vez más se asistirá al uso adecuado, integrado y coordinado de la educación presencial de modo híbrido con la educación virtual; situación adecuada dependiendo de la edad de los aprendedores, de sus motivaciones, necesidades y posibilidades. Este modelo híbrido o dual necesita de nuevas metodologías de enseñanza para el aprendizaje, diseño de materiales, distinta organización escolar o académica, y el uso adecuado de medios audiovisuales.

Estos podrían⁵³ ser cinco ejes para un nuevo paradigma de la educación y formación necesarias para entender, vivir y convivir en el mundo de hoy. Lo

⁵³ Sin pretender que ni fuesen exclusivos ni excluyentes de otros; y de hecho cada comunidad educativa (o incluso cada país) elegirá los que considere prioritarios y coherentes con su misión, visión y valores.

importante no es que sean estos u otros, sino realizar una reflexión de este tipo, aunque se lleguen a resultados y propuestas distintas.

IV.5.- ¿Y qué ocurre en el caso de la niñez, la adolescencia y la juventud?

Este apartado, para finalizar el capítulo y el preámbulo del marco conceptual, trata de focalizar los dos anteriores, para el caso específico de la niñez y adolescencia (Tabla 2.1.).

En este caso hay que centrarse tanto en las cuestiones de educación y formación, como en las del sistema escolar y el conjunto de grupos ('las tribus') que influyen en los logros. Estos grupos son: la escuela, la familia y las comunidades a las que 'pertenece', formal e informalmente, el niño, el adolescente o el joven.

Se trata de los aprendedores, que en el sistema escolar español se encuentran en primaria y en la ESO⁵⁴; es decir, entre los 6 y los 16 años, que no determinan una generación ni homogénea ni uniforme, Generación Z (Tabla 2.2.).

La focalización significa trazar rasgos, para estas edades, acerca de la necesidad de repensar (y actuar) su educación y formación como parte esencial de un proceso que se desarrollará a lo largo de toda su vida, e identificar posibles características específicas para ellas en el 'nuevo' paradigma que emerge.

Conviene precisar las razones de esta focalización:

- a. El caso piloto empírico que se ha estudiado corresponde a alumnos de 6º de primaria (11-12 años), por lo que conviene tener una visión de los grados anteriores y de los cursos posteriores.

⁵⁴ En el caso del sistema norteamericano, por ejemplo, equivalen a la *Middle School* (6-12 años) y a la *Junior High School* (12-14 años).

- b. Primaria y primeros años de secundaria son etapas decisivas en el proceso de formación y educación del ser humano a lo largo de toda la vida.
- c. El fracaso y el abandono escolar se fraguan en primaria.

Tal y como enuncia el punto c, el fracaso y abandono escolar se fraguan en primaria, aunque en la misma no haya fracaso como tal, ya que todo el alumnado pasa de etapa; ahora bien, en este periodo ya se pueden detectar problemas de aprendizaje, absentismo, repeticiones y/o retrasos⁵⁵.

El problema que más afecta al fracaso escolar está antes de la ESO, etapa en la que las dificultades de aprendizaje se refuerzan con dificultades propias de la adolescencia, y las tasas de abandono y fracaso escolar se disparan; con riesgos de exclusión social en muchas de las personas que la sufren. Estos indicadores son un problema para Canarias, comunidad con una de las mayores tasas de fracaso y abandono de España; y España, a su vez, tiene una de las mayores de Europa.

La Fig. 4.7. representa una infografía de la Generación Z y de la Generación α , en el caso de Australia, Mark McCrindle (2014); la de España, posiblemente, no diferiría mucho, si no ahora, en unos pocos años.

En relación con el planteamiento de este apartado interesan, al menos, dos aspectos:

- a) ¿Cuáles son las características: costumbres, valores, motivaciones, referencias y preferencias de los adolescentes y niños?
- b) ¿Cómo se está creando/elaborando lo que se pondría denominar 'nuevo paradigma para esta generación' en el mundo en que se vive, y orientar

⁵⁵ A pesar de la encomiable labor de orientadores y del tratamiento de refuerzo, a través del profesorado de apoyo.

su educación y formación en el mismo?, ¿en qué sentido hay que repensar su educación y formación (que en estas edades tiene más de lo primero que de lo segundo)?

c) Se abordará sobre todo, de forma sintética, el primero de ellos; el segundo tiene mucho que ver con el desarrollo de la psicología evolutiva (Sternberg *and* Grigorenko, 2003).

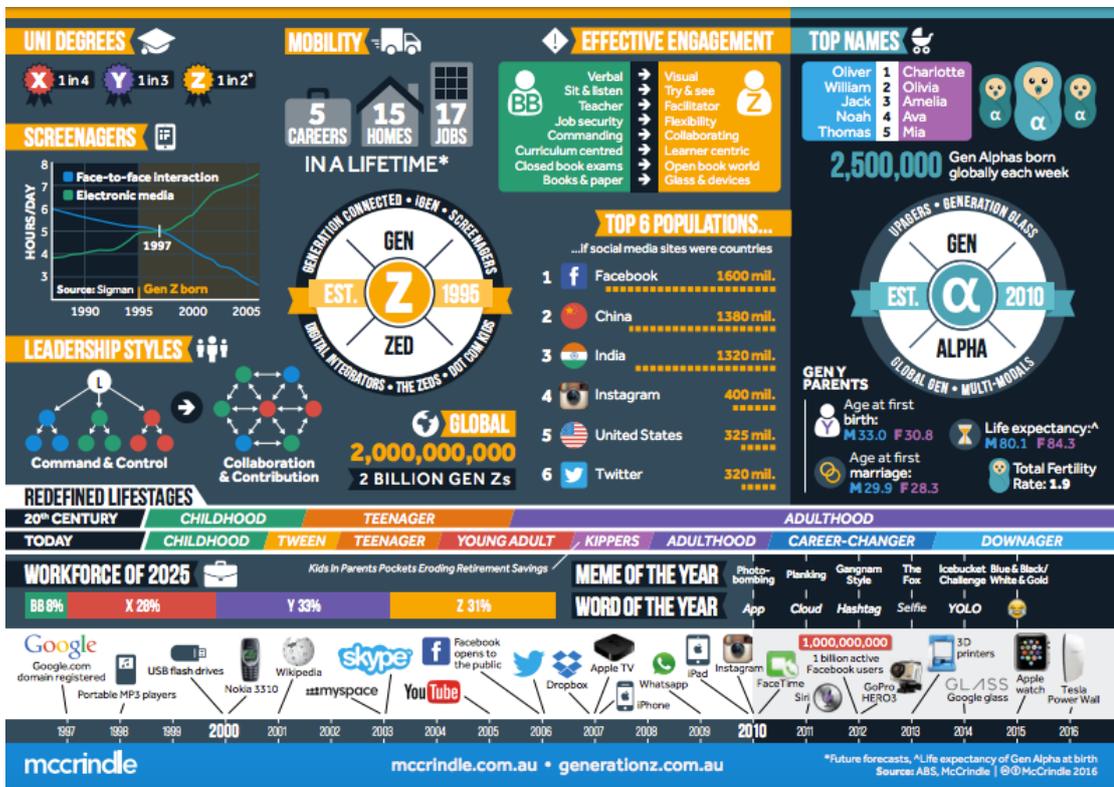


Fig. 4.7.- Infografía Generación Z, en el caso de Australia.

Fuente: Mark McCrindle (2014)

- Algunas características de estos subgrupos generacionales, (Gordon *and* Browne, 2014), son:
 - Los grupos de niños o de adolescentes, pertenecientes a una misma cohorte de edad, tienen:
 - Características comunes: ¿qué comparten?
 - Características diferenciales: ¿en qué se diferencian? Es decir, cada niño/a es diferente.
 - ¿Qué comparten?:
 - Tienen las mismas necesidades; las más importantes de las cuales son: alimentarse, tener cobijo (amparo y protección) y que perciban atención (que se preocupen por ellos).
 - Pasan por las mismas etapas de desarrollo.
 - Grandes objetivos de desarrollo, aunque a ejecutar en diferentes momentos⁵⁶ y con distintas influencias culturales.
 - ¿En qué se diferencian?
 - Crecen y se desarrollan a diferentes velocidades.
 - Código genético propio de cada persona.
 - Condiciones de sus entornos: físico y social, que dependen mucho del familiar. Estas condiciones determinan mucho el desarrollo y crecimiento de la persona.

⁵⁶ Es decir, una agenda temporal diferente; e incluso algunos serán excluidos, sin poderlos alcanzar.

- Género⁵⁷ y raza⁵⁸.
- Necesidades especiales que precisan, en diferente grado y naturaleza.
- La formación del carácter, en un momento que está cambiando, y el desarrollo de la personalidad son esenciales.
- Las relaciones entre padres e hijos son más abiertas y democráticas (cambio cultural importante); también perciben la desestabilización de la vida familiar. Todo ello determina el cambio de las circunstancias en que se desarrollan las condiciones vitales de muchos de ellos.
- Las TIC son un elemento determinante para estas generaciones, que les permiten construir un ‘mundo virtual’ paralelo al ‘mundo real’. Lo visual adquiere una dimensión disruptiva en sus vidas, costándoles mucho leer libros, tanto en formato de papel como digital. También les permite identificar nuevos entornos de comunicación, de conocimiento, de desarrollo y de conformación de sus preferencias, valores y prioridades.
- En un mundo en cambio el carácter de niños y adolescentes está cambiando también, lo que les ‘marca’ sin que lo perciban⁵⁹. Algunos investigadores interpretan⁶⁰ que la niñez y la adolescencia, como instituciones sociales, se encuentra en proceso de desaparición.

⁵⁷ La igualdad, con la desigualdad inherente, entre mujeres y hombres es una característica del nuevo paradigma emergente; aunque todavía queda un camino largo y difícil para conseguir un equilibrio dinámico y justo entre ambos géneros.

⁵⁸ Con la importancia creciente de las migraciones y de la movilidad transnacional. En un nuevo paradigma cultural estas cuestiones son muy relevantes.

⁵⁹ Y en relación con la educación y formación no saben ni más o menos que los niños y adolescentes de generaciones anteriores, sino que saben y les interesan cosas diferentes a las de aquéllos. Ni son mejores ni peores que aquéllos, simplemente son diferentes.

⁶⁰ En una visión que a muchos les parece exagerada, ya que los indicadores no les parecen concluyentes.

- La frontera entre adolescencia y niñez está cambiando (esto es más admisible que la desaparición); cada vez es más difícil de identificar y de mantener. ¿Están emergiendo diversidades de niñez y de adolescencia? Estos rasgos se interpretan como característicos del cambio de la sociedad industrial a una posindustrial (*Mac Arthur Foundation, website*).
- Se asiste a una diferenciación creciente en las circunstancias materiales de vida de niños y adolescentes, tanto por los ‘recortes’ como por la diversificación de tipos de familia.
- Habría que considerar a niños y adolescentes, desde una perspectiva social [¿o debería ser cultural?] de los mismos, ‘tanto lo que son (*being*) como lo que quieren a llegar a ser (*becoming*)’. Sin duda se trata de un objetivo complejo, difuso, incierto y cambiante, como el entorno VUCA del que se habló en diversas ocasiones en los capítulos anteriores.
- Estas generaciones se ‘enfrentan’ en un momento de dependencia de “otros” hasta llegar a la autonomía personal, a un sistema de entornos múltiples que el modelo de Urie Bronfenbrenner (1979) analiza mediante su conocido modelo ecológico del desarrollo del niño y adolescente.

El estudio multidisciplinar realizado por el *MacArthur Network* (social, cultural, económico geográfico, psicológico, tecnológico, biológico y demográfico) es el más ambicioso y profundo realizado hasta el momento, y es una referencia básica para profundizar en estas cuestiones relacionadas con cómo el mundo en cambio afecta a niños y adolescentes.

En la educación y formación de estas generaciones hay que valorar el desarrollo integral en sus diferentes dimensiones, teniendo en cuenta que las mismas están interrelacionadas.

Entre estas dimensiones se encuentra el conocimiento y nuevos descubrimientos de la neurofisiología acerca del funcionamiento y plasticidad del cerebro, que ha dado lugar al nacimiento de un saber “transdisciplinar”⁶¹: la Neuroeducación (§ III.1.).

Una vez realizada una ‘descripción’ elemental del ser humano, Fig.2.4., y dibujadas unas pinceladas acerca de su incidencia en la infancia y la adolescencia, se está en condiciones de abordar los objetivos específicos de este apartado; repensar su educación, y si existe ya un paradigma educativo y formativo ‘nuevo’ en la emergente sociedad del conocimiento.

IV.5.1.- ¿Para qué se educan y forman?

En la línea argumental eminentemente conceptual de este capítulo, parece lógico y oportuno preguntarse acerca de **para qué se educan y forman a los niños de primaria**. Unas posibles repuestas podrían ser⁶²:

- Seguir educándose y formándose en la ESO,
- Considerar esta etapa como una de su propia vida, en el proceso de desarrollo personal y de aprender para la vida, la convivencia y la ciudadanía, independientemente de cuál sea su punto final en el recorrido a través del sistema formal. En este sentido educar para la vida y la convivencia resulta fundamental.

Posiblemente se afirme que para ambas cosas, y otras que se puedan imaginar⁶³, aunque la realidad es otra. Ambas se pueden considerar como

⁶¹ Concepto desarrollado por E. Morin, es propio del pensamiento complejo, característico de esta época, y que trasciende a pluridisciplinar, interdisciplinar y multidisciplinar. En § IV.1 se tratará este concepto.

⁶² Prescindiendo, por el momento, de las que el MECD enuncia en su página web.

⁶³ Por ejemplo, como afirma F. Savater: “Hacerles conscientes de la realidad de sus semejantes”.

extremos de un continuo, en el que cada sistema, escuela privada y/o pedagogía (tradicional o alternativa) se posiciona en un punto del continuo. Este posicionamiento es importante y determinará, al menos durante algún tiempo, la imagen y herramientas de cada ser humano para desenvolverse y asentarse en el entorno VUCA, que le ha tocado vivir.

Con paradigma o sin él, habría (hay) que repensar la forma de educarlos y formarlos.

Este apartado tiene mucho de debate y de reflexión personal a partir de fuentes generales y de lectura de textos específicos, adecuados al entorno social, sobre todo de F. Savater (2011), (2010) y de J.A, Marina (2015), (2016) en las publicaciones que se indican.

De forma resumida:

- ⇒ La educación y la formación no se pueden separar, sobre todo en estas generaciones de edad. Actualmente el 'peso' de la instrucción o formación supera al de la educación.
- ⇒ La educación es conocer al semejante, al diferente, no centrarse en sí mismo⁶⁴.
- ⇒ La escuela debe enseñar, y el alumno aprender, los usos responsables de la libertad⁶⁵ y de la democracia.
- ⇒ La educación es tarea de toda la 'tribu'⁶⁶:
 - La escuela.
 - Los padres.

⁶⁴ Siempre que no se radicalice la expresión; aunque en la niñez y la infancia, sobre todo, es importante el descubrimiento y aceptación del otro, del semejante. Es base de muchos valores éticos universales.

⁶⁵ En estas edades, para aprender, se necesita disponer de muy buenos enseñantes: "el profesor no solo enseña con sus conocimientos científicos, sino con el arte persuasivo de su ascendiente sobre quienes le atienden: debe ser capaz de seducir, sin hipnotizar".

⁶⁶ Todas ellas influyen, algunas de modo negativo, que habría que reconducir o crear criterios personales acerca de su significado.

- La familia.
- El Estado.
- Las comunidades de pertenencia, especialmente amigos.
- Los medios de comunicación y diversión.
- Las redes sociales.

Entre toda la 'tribu', especialmente por parte de los agentes más relevantes e influyentes, se les debería inculcar con palabras, imágenes y hechos a su alcance que la 'educación encierra un tesoro'.

- ⇒ Es necesario reconducir el papel e implicación de los padres en el proceso, y sobre todo de su relación con la escuela. No es extraña la aparición de iniciativas en este sentido.
- ⇒ Para aprender hay que saber y lograr motivar a los aprendedores, así como crear hábitos. Las emociones, los sentimientos y la capacidad de comunicación (observar, atender, expresarse y escuchar) son cualidades esenciales tanto para el profesor, como para el aprendiz. El aburrimiento no es un buen entorno en el que aprender.
- ⇒ La pedagogía en la escuela debe incidir en el desarrollo de valores éticos universales, que se complementen con los morales que se aprendan fuera de la misma; y que en entorno de culturas diferentes pueden dividir más que unir en la escuela. Un aprendizaje, en estos valores, que vaya del 'saber' al 'actuar'.
- ⇒ Una pedagogía basada en la resolución de proyectos y de problemas (ambos con las siglas *PBL*) parece más adecuada que la tradicional basada en la división entre asignaturas y saberes, que en la mayoría de ocasiones, además, no están coordinadas.

- ⇒ La 'ludificación'⁶⁷ o aprendizaje divertido es una técnica de aprendizaje cada vez más utilizada, que “traslada la mecánica de los juegos al ámbito educativo-profesional con el fin de conseguir mejores resultados, ya sea para absorber mejor algunos conocimientos, mejorar alguna habilidad, o bien recompensar acciones concretas, entre otros muchos objetivos” (You-Kai Chou *web site*), (V.Gaitán, 2013).
- ⇒ En el proceso, y más en estas edades, no debe quedarse ni excluirse a nadie, yendo más allá de lo que indique el BOE. Para ello hay que seguir desarrollando, construyendo y aplicando el concepto de escuela inclusiva.
- ⇒ El aprender compitiendo y cooperando es esencial, teniendo asumida la finalidad de ambas formas de actuar y de relacionarse. No se puede demonizar la competitividad, que en la vida será importante; el para qué competir, en qué y cuándo son esenciales.
- ⇒ Encontrar el para qué, por qué y cómo utilizar las TIC en la educación y formación es fundamental. La pedagogía actual está en la búsqueda de estas cuestiones, para las cuáles no hay respuestas satisfactorias todavía. El desarrollo del pensamiento computacional es una vía, como lo es la dimensión que las mismas incorporan y amplían para la ludificación.
- ⇒ Una pedagogía basada en la teoría de las inteligencias múltiples y de la forma o estilo en el que cada estudiante aprende mejor son las bases para un aprendizaje individualizado cada vez más necesario, y opuesto al actual basado en la 'producción fordista' en serie. Un aprendizaje que

⁶⁷ Fundeu: significado ampliado referido a las iniciativas que pretenden la motivación a través de la diversión en ambientes no propios para ello. Se recomienda en vez de “gamificación”, ninguna de las dos está admitida, todavía, por la RAE.

sea consecuencia de la convicción de que cada niño o adolescente es único.

- ⇒ Estimular la creatividad, desarrollar la competencia innovadora y aprender a asumir riesgos razonables son cualidades necesarias que el ser humano debe comenzar a desarrollar y a afrontar.
- ⇒ El profesorado es el primer factor a considerar al repensar la educación y formación necesarias para estas cohortes de edad. Entre los aspectos a tomar en cuenta y valorar están: la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje, el compromiso, recuperar el liderazgo y la dignidad del profesorado. Por ello se requiere una actualización y transformación del actual Grado y Másteres de Educación Primaria.
- ⇒ ¿La educación debe ser universal?, ¿la educación es 'universalizar'?, lo que aboga entre otros F. Savater (2004); ¿la educación transmite lo que quiere conservar, y no es neutral, y por ello valora positivamente ciertos conocimientos, ciertos comportamientos, ciertas habilidades y ciertos ideales?, como afirma H. Arendt (1954). Posiblemente se trata de nuevo de un continuo en el que las dos posturas anteriores se encuentran en extremos opuestos.

¿Debe la educación posicionarse, y más en estas cohortes de edad y de desarrollo, para perpetuar, estimular, crear o lanzar ideas religiosas, nacionales, posicionamientos de género, raza o religión? Algunas personas pensarán que sí; otras, que no (aunque la 'asepsia' completa se antoja poco realista); otras, que algunos aspectos sí y otros no. Estas razones, y algunas pocas técnicas y de clase⁶⁸, parecen dificultar el diálogo para alcanzar pactos estatales estables por la educación y formación.

⁶⁸ RAE: Conjunto de personas del mismo grado, calidad u oficio.

Las respuestas a estas preguntas, y otras que se pueden formular, tienen componentes ideológicas, creencias y principios importantes asociados.

En cualquier caso, como dice J. A. Marina (2015), “hay que despertar al sistema educativo que se encuentra dormido”. Es significativo que en las encuestas periódicas que se realizan acerca de las inquietudes de la sociedad, en un entorno geográfico concreto, nunca aparece como preocupación la situación de la educación y la formación⁶⁹.

IV.6.- Conclusiones

La definición de un nuevo paradigma de la educación y formación para niños y adolescentes se ha realizado, si se puede considerar como tal, estableciendo un conjunto de competencias básicas, nucleares o generales para el siglo XXI. Las comunidades y organizaciones (de todo tipo) que las proponen, difieren de las mismas en mayor o menor grado.

No obstante se aportan unas preguntas, para la construcción de un posible paradigma asociado a los niños, adolescentes y jóvenes.

Las preguntas importantes podrían ser:

- ¿Cómo educar y formar a las generaciones más jóvenes para la sociedad posindustrial?
- Cada niño, adolescente o joven es diferente, aún sin hablar de los que tienen necesidades especiales: ¿seguimos aplicando las metodologías de la ‘fabricación en serie’ propias de la sociedad fordista?
- ¿La inteligencia es única o existen inteligencias múltiples que requieren diferentes enfoques pedagógicos?

⁶⁹ Quizá debido que dicho concepto no figura en la lista que redactan las agencias encargadas de las mismas.

- ¿Se necesita una coordinación entre los diferentes etapas del sistema educativo inicial formal?
- ¿Todo lo realizado en épocas anteriores no sirve y hay que sustituirlo o se requiere un equilibrio inteligente, dinámico y flexible entre 'lo nuevo' y 'lo viejo'?
- ¿Dónde se aborda la educación y formación del carácter necesario en cada persona para no 'envejecer prematuramente'?
- ¿Cómo integrar verdaderamente las competencias (habilidades, aptitudes, actitudes, valores y propósitos) con los contenidos en los programas curriculares oficiales que se necesitan para la Sociedad del Conocimiento?
- ¿Cómo hacer todo esto y más en época de ajustes y recortes que afectan a la Educación?
- ¿Es solo un problema de financiación o también de ideas, de valores, de imaginación, de ilusión, de proyectos y de voluntad personal y colectiva? ¿Qué es primero y qué lo segundo?
- El profesorado actual, incluso los que acaban de graduarse en las facultades y másteres universitarios relacionados con estas actuaciones, ¿están adecuadamente preparados? Y los que atesoran una gran experiencia, ¿tienen gran disposición y sienten la sensación del 'llanero solitario'?

En todo el mundo, independientemente de que exista ya un nuevo paradigma o todavía no, lo cierto es que se están planteando cambios profundos en los sistemas educativos; bastantes de ellos tienen aspectos coincidentes sobre qué hacer y cómo llevarlo a cabo. Otra cuestión es la eficacia y alcance con que se aplican los mismos, y los resultados que se obtienen. Estos cambios, para ser realmente eficaces, deben realizarse en todos los niveles educativos obligatorios, en bachillerato, infantil y preescolar, y en la enseñanza superior en sus diferentes variedades. Todos aquellos que sean necesarios, y no se cubran

por el sistema formal inicial, serán asumidos por un sistema no formal emergente, cada vez más importante.

En los dos capítulos siguientes de la investigación teórica, se abordan aspectos concretos y específicos de la práctica educativa para el siglo XXI, orientados fundamentalmente hacia los alumnos de los últimos cursos de primaria y primero de la ESO, sin excluir precisiones hacia la educación y formación que se necesita para el siglo XXI, en todas las generaciones y entornos/modalidades de aprendizaje-enseñanza.

Capítulo V

Competencias clave para el siglo XXI

CAPÍTULO V

COMPETENCIAS CLAVE PARA EL SIGLO XXI

A MODO PREVIO

A partir de lo expuesto en los primeros cuatro capítulos de esta investigación teórica, y como consecuencia de los mismos, parece lógico concretar y mostrar las orientaciones prácticas e iniciativas que se están siguiendo, hasta el momento, en la mayoría de los sistemas educativos de todo el mundo, con logros más o menos satisfactorios. Para justificar esta afirmación se ha elaborado el mapa conceptual representado en la Fig.5.1., en la que se muestra la relación y el hilo argumental seguido -entre los cuatro primeros capítulos (I-IV) y los dos últimos (V-VI)- para diseñar y particularizar la investigación teórica en función de los objetivos empíricos concretos de esta tesis.

Para terminar 'el puente' conviene precisar la relación existente entre el capítulo IV y el V, ya que los contenidos son próximos, aunque tratados desde diferente perspectiva y 'óptica de aumento', Fig.5.2. En la figura se concluye con dos posibles modelos seleccionados para ilustrar qué educación, y cómo llevarla a cabo, para el siglo XXI (§ V.I.).

En este capítulo se aborda una de las características más relevantes, hasta el momento, del cambio educativo que está ocurriendo: la adición de capacitaciones no meramente cognitivas al proceso de educación y formación, tanto inicial como a lo largo de la vida. Estas nuevas capacitaciones, incluyendo el conocimiento, reciben el nombre genérico de competencias. Se analiza su

alcance, así como los diferentes marcos competenciales propuestos para las mismas.

Este cambio pretende, sin existir todavía una respuesta única para el mismo, determinar qué educación, y cómo adquirirla, necesitan las personas 'para el siglo XXI' y la nueva sociedad del conocimiento.

El propósito es que cada estado, comunidad (política, religiosa, cultural) u organización pueda definir el suyo propio, adecuado a su entorno, características y estrategia; y que cada persona, que tenga ya una cierta madurez (formación inicial y experiencia), pueda elegir el suyo propio según su propósito o finalidad vital.

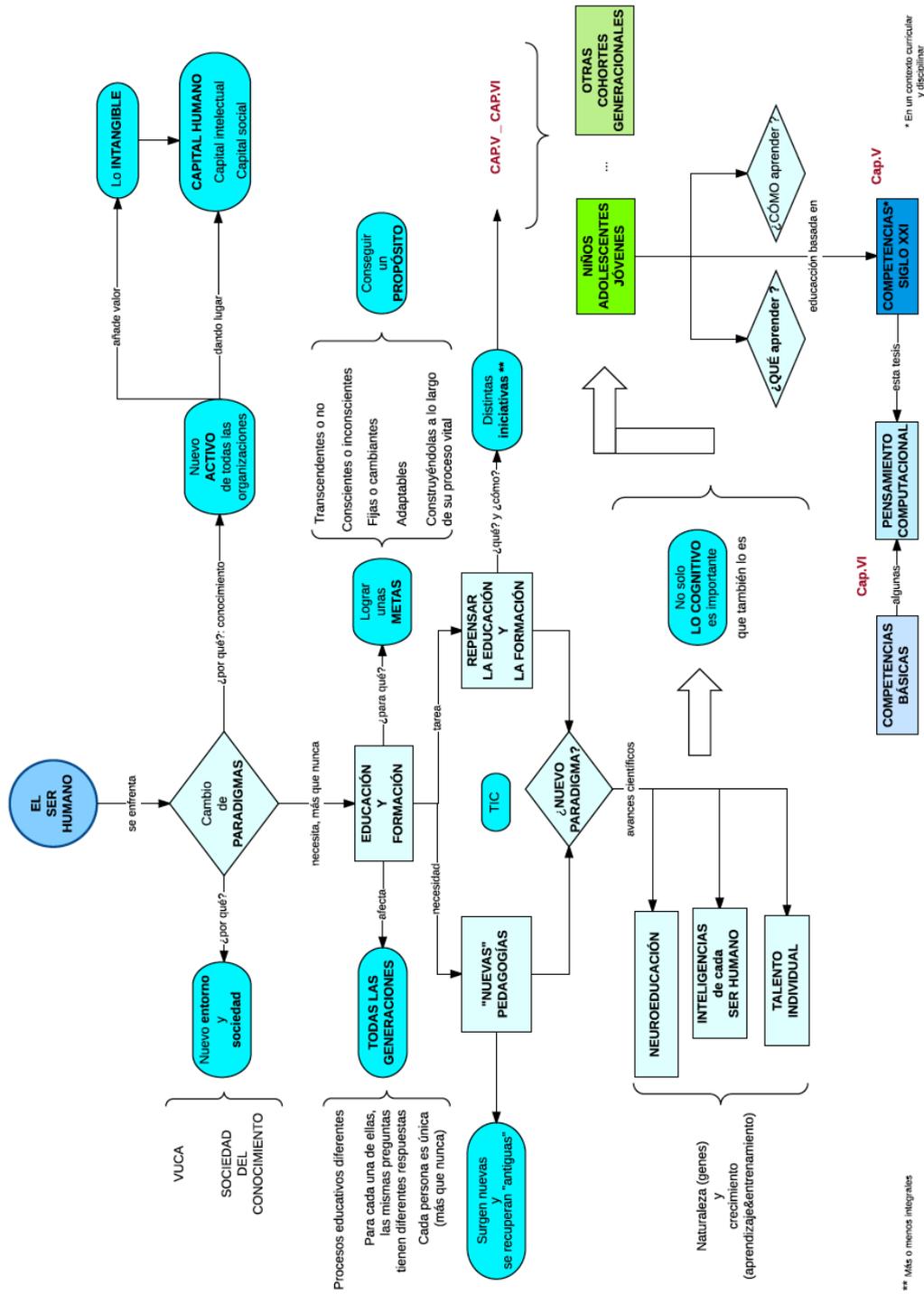


Fig.5.1.- Hilo argumental seguido, para definir el marco teórico de esta tesis
Fuente: Elaboración propia Referencias a capítulos anteriores.



Fig.5.2.- Relación entre los enfoques dados al Cap.IV y V de esta tesis

Fuente: Elaboración propia

V.1.- ¿Qué educación y formación para el siglo XXI (EF21)?

Lo cierto es que una educación y formación para el siglo XXI¹ necesita el desarrollo, el aprendizaje y el entrenamiento en capacidades no solo cognitivas, sino también en las restantes asociadas al ser humano, que se trataron en el capítulo anterior. Esta situación se aplica a todas las generaciones (§ II.1.2), puesto que el aprendizaje en la sociedad actual se desarrolla a lo largo de toda la vida.

Para las distintas generaciones las preguntas que se hacían en (§ II.1.1), una vez resuelto el ¿para qué? y el ¿por qué?, tienen respuesta diferente; incluso la tienen en una misma generación para diferentes individuos y personas, sobre todo en el caso de las que ya poseen una educación inicial.

¿Qué?, ¿Cómo?, ¿Cuándo?, ¿De quién?, ¿Dónde?, ¿Quiénes?

APRENDER

En el caso de niños, adolescentes y jóvenes la respuesta es bastante estandarizada, puesto que están inmersos en un sistema educativo oficial, bastante uniforme, rígido y de difícil y lenta adaptación al cambio y a las nuevas necesidades educativas. A lo sumo, en estas generaciones la educación se encuentra modulada por las prioridades, preferencias creencias y señas de identidad de las comunidades que rigen la escuela o el colegio, en el caso de los centros privados y en algunos concertados².

En esta visión panorámica no hay que olvidar a las personas que, por las razones que fuere, hayan quedado al margen del sistema o con riesgo de exclusión del mismo. En estos casos las preguntas para su reinserción serán

¹ 'Para el siglo XXI' es una expresión que se ha consagrado en la literatura del campo. Tomada al pie de la letra es injustificadamente pretenciosa; se trata de una figura retórica ('hipérbole') con el fin de captar la atención y que posee un gran poder **sugerente y persuasivo** permitiendo una **comunicación más eficaz**. La finalidad es resaltar que se necesita algo más y diferente a lo que ha sido usual hasta el momento.

² Afirmación realizada sin ningún juicio peyorativo a priori.

las mismas, y las respuestas³ deben ser específicas para cada persona de forma individual, a través de iniciativas de innovación social educativa.

Independientemente de la opción que se elija, o de cuáles sean las respuestas a las preguntas anteriores, es conveniente tener una visión lo más completa posible de la situación: ¿de qué y de cómo hay que aprender para el ‘siglo XXI’?, de modo que una persona encuentre su propósito en la vida (su “Elemento”) y lo vaya construyendo a lo largo de ella.

A partir de este momento, la atención se centrará en los niños, adolescentes y el segmento de jóvenes que se podría denominar la ‘primera juventud’⁴. ¿Qué educación necesitan estos segmentos y cómo lograrla?⁵

¿Qué educación⁶ para el siglo XXI?

Esta pregunta es un paso más de concreción en los aspectos tratados en (§II.5.2.) y en (§IV.5.).

Para estas generaciones la pregunta, con sus respuestas, va dirigida a los principales agentes de interés (*stakeholders*) del sistema educativo formal, puesto que los aprendedores son sujetos pasivos en el mismo. No obstante, en la propia educación se les debería orientar, o dar una visión, acerca de la educación que se necesita (o que necesitarán), ya que les va a orientar para el futuro (§IV.5.).

³ Que tienen que haberlas.

⁴ Hasta los 24 años; lo que en este trabajo es la parte inferior segmento de los ‘milenials’ jóvenes (§ II.5.2.). Es decir, el final de la graduación universitaria, para los que siguen el sistema formal inicial de educación o tienen una edad equivalente.

⁵ En este análisis se prescinde de las personas -, sin olvidarlas- que, por diversas razones, han abandonado o no han podido seguir el sistema inicial de educación formal hasta el nivel superior.

⁶ Incluyendo la formación o instrucción.

Sintetizando:

El qué viene definido al priorizar, la comunidad educativa, los aspectos del desarrollo humano sobre los que se quiere actuar a través de la educación, dentro del sistema curricular por el que se opte. La situación es diferente en los distintos tipos de centros escolares que pueden existir: públicos-privados, con pedagogías tradicionales o alternativas, interesados o no en un reconocimiento (certificación) 'oficial' de su labor por parte del gobierno de España, etc. El planteamiento debe ir dirigido a la escolarización pública, ya que las restantes opciones son minoritarias o tienen alternativas por sí mismas. Lo que es cierto es que aún sin legislación específica en el BOE, se pueden introducir cambios, como lo demuestran los ejemplos innovadores en la educación concertada e incluso en la pública, aunque es cierto que todavía son muy minoritarios.

Existe un acuerdo mayoritario de que **no es suficiente una educación basada exclusivamente en el desarrollo de las capacidades cognitivas de la persona**. La decisión es seleccionar qué otras capacidades potenciales hay que comenzar a desarrollar en estas generaciones, de manera continua, coordinada y progresiva; la selección y priorización de las mismas es seña de identidad del sistema o comunidad educativa de que se trate.

Esto, posiblemente, ha ocurrido siempre; aunque antes las capacidades no cognitivas se adquirían en un entorno familiar y próximo, y a lo largo de la experiencia laboral, que era bastante estática y en entornos cercanos. La situación ha cambiado, debido a las razones expuestas en los capítulos I, II y IV de esta investigación teórica.

La dificultad, una vez priorizadas las capacidades no cognitivas, es cómo integrar, coordinar y evaluar (y valorar) sus aprendizajes (desarrollo, entrenamiento o guiado) en el esquema disciplinar actual. La pregunta es: ¿y cómo se pueden aprender tantas cosas, a lo largo de la educación inicial, en tan poco tiempo? La respuesta sí que es ahora diferente a la de épocas

anteriores: hay que seleccionar muy bien lo que se debe aprender en cada etapa del desarrollo evolutivo de la persona, y de cada persona, en el tiempo que se dispone, ya que ahora este aprendizaje es a lo largo de toda la vida.

El ¿qué? se complementa con el ¿cómo lograrlo?:

¿Cómo educar para el siglo XXI?

Las orientaciones esenciales para el cómo son:

- En un/para un entorno VUCA. De una complejidad social mucho mayor que en épocas anteriores.
- Con una preparación para una educación a lo largo de la vida, que tendrá mucho de autonomía personal. El desarrollo integral de la persona tiene lugar a lo largo de toda la vida, en aspectos que anteriormente se pensaba que solo se ‘fraguaban’ en las etapas iniciales del ser humano.
- Tomando en consideración los verdaderos avances científicos en neurociencia del cerebro, en psicología evolutiva, en psicología de la educación y en psicología positiva; así como sus aportaciones al aprendizaje. Neurociencia y su impacto en la Educación. Neuroeducación (J.A.Marina, 2012).
- Involucrando, como dice J.A. Marina, a ‘toda la tribu’. Esta es la razón por la que ha lanzado la iniciativa ‘Universidad de padres’, ya citada en esta tesis. La nueva educación necesita de expertos y no solo de buenas intenciones; además es una forma de apostar por un desarrollo social integrador. En este proceso no hay que involucrar solo a los padres, sino también al resto de agentes de interés (§ IV.5).
- Dándoles una visión equilibrada, y no dogmática, de lo que está ocurriendo en el mundo; de qué está cambiando y como lo está haciendo: es decir, que se encuentra en transformación.

- De qué capacidades conviene mantener, desarrollar e incluso reivindicar ya que han sido deslegitimadas (como ocurre, por ejemplo, con la memoria, la disciplina personal, el esfuerzo y la responsabilidad). Educar para 'el siglo XXI' no significa que no sirva nada de lo que se ha hecho bien hasta el momento⁷.
- Considerando que cada persona es única, con una 'matriz personal' propia (Marina, J.A., 2011e) con la que nace, y que puede desarrollar, evolucionar, adaptar y cambiar a lo largo de la vida mediante la educación.
- Enraizando a la persona en unos pocos valores éticos universales, bien arraigados, que le permitan aguantar y vivir con dignidad en las turbulencias que ocurren a su alrededor, y que no todo es 'relativo', ni todo vale para conseguir un fin. Es el símil de ser un 'junco', más que un sólido árbol bajo los efectos de una tormenta. Se trata de una capacidad muy importante para la vida de hoy en día: la resiliencia⁸.

Estas orientaciones, que no son ni exclusivas ni excluyentes, junto a las consideraciones de qué educación, se han sintetizado mediante la propuesta universal⁹ de una nueva educación para 'el siglo XXI' basada en **competencias**, y no solo en conocimientos específicos de alguna rama concreta del saber, como era usual hasta el momento. El resto del capítulo se dedica a la propuesta de una educación basada en competencias, cuyo desarrollo todavía es incipiente.

⁷ Por eso hay que tomar con cautela los cambios disruptivos, que además en ocasiones no son posibles ni deseables.

⁸ Capacidad que tiene una persona o un grupo de recuperarse frente a la para seguir proyectando el futuro

⁹ Al menos en el contexto socioeconómico y cultural al que pertenece España.

V.2.- Dos posibles modelos para la EF21

Previo a tratar las competencias, se concretan sintéticamente dos posibles modelos de qué educación y formación integral se propone para ‘el siglo XXI’¹⁰:

V.2.1.- Una educación con cuatro dimensiones

Se trata de un esquema conceptual, propuesto por el *Center for Curriculum Redesign, CCR, Boston, Mass., USA* (2015a), acerca de «lo que los estudiantes deberían aprender», Fig.5.3.

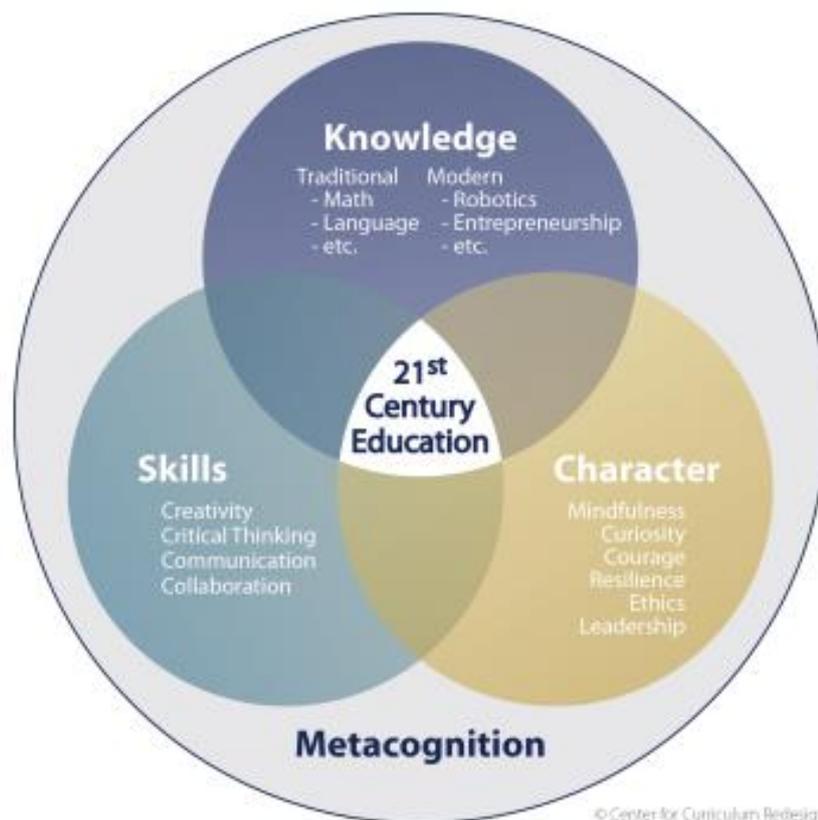


Fig.5.3.- Infografía del marco competencial del modelo de cuatro dimensiones para una educación del siglo XXI

Fuente: *CCR*, 2015.

¹⁰ En el apartado siguiente se considerarán otros marcos, basados específicamente en competencias, mientras que estos dos se cree que tienen una visión más integral del ser humano, y son más adecuados para la perspectiva de esta investigación teórica, por lo que podría hablar de **meta-competencias**.

El *CCR* busca una aproximación holística a un rediseño curricular profundo. Plantea una educación compuesta de cuatro dimensiones importantes (o metacompetencias)¹¹: *knowledge, skills*¹², *character* y *metacognition*. Este marco competencial las plantea como¹³:

1.- El Conocimiento, ‘lo que sabemos y entendemos’. En esta dimensión hay que encontrar un equilibrio adecuado entre disciplinas (asignaturas) tradicionales y disciplinas (asignaturas) modernas; así como acentuar el carácter interdisciplinario del conocimiento.

2.- Las Aptitudes (Habilidades), ‘cómo usar lo que sabemos’. Están relacionadas con la aplicación del conocimiento y se engranan con éste formando un bucle continuo, en el que ambos aspectos se realimentan positivamente.

3.- El Carácter, las cualidades que determinan ‘cómo nos comportamos y nos comprometemos con el mundo’.

4.- El Meta-aprendizaje (Metacognición), ‘cómo aprendemos, reaprendemos y nos adaptamos’. La metacognición fomenta el proceso de autorreflexión y de cómo aprender a aprender; también desarrolla la capacidad para crear y desarrollar las otras tres dimensiones.

El diccionario ELE (web)¹⁴, del Centro Virtual Cervantes, define la metacognición (§ II.4.) como:

“La capacidad de las personas para reflexionar sobre sus procesos de pensamiento y la forma en que aprenden. Gracias a la metacognición, las

¹¹ Se incluyen los nombres en inglés, porque en ocasiones la expresión inglesa es más precisa y diferencial que la de sus equivalentes, que han sido sancionadas o no en español. Hay que tener en cuenta, además, que esta propuesta ha surgido en la costa noreste de EE.UU., con sus características y calidad reconocida de su sistema educativo.

¹² Habilidades o destrezas.

¹³ La traducción que sigue no es literal, sino libre y adaptada por el autor de esta tesis.

¹⁴ Ya que es una palabra que la RAE todavía no incluye en su diccionario.

personas pueden conocer y regular los propios procesos mentales básicos que intervienen en su cognición.

Esta capacidad (§ III.2.), que se encuentra en un orden superior del pensamiento, se caracteriza por un alto nivel de conciencia y de control voluntario, ya que permite gestionar otros procesos cognitivos más simples. El conocimiento sobre la propia cognición implica que un individuo es capaz de tomar conciencia del funcionamiento de su manera de aprender y comprender por qué los resultados de una actividad han sido positivos o negativos. ...”.

El modelo de *CCR*, en cuanto a habilidades necesarias para el siglo XXI, apuesta por las denominadas cuatro *C*'s:

- Creatividad.
- Pensamiento crítico.
- Comunicación.
- Colaboración.

Este modelo se puede ampliar a partir de la referencia indicada al principio de este subapartado A; tanto del libro, como de las diferentes pestañas de la página web del *CCR*. Estas cuatro competencias han sido las seleccionadas en la parte teórica y práctica de la investigación empírica (Capítulos VII, VIII y IX).

V.2.2.- Una EF21 que es instrucción más educación del carácter

A lo largo de la propuesta en esta investigación teórica nos hemos referido a menudo a J.A. Marina. Resulta coherente por lo tanto que se muestre su propuesta, en construcción, de una educación para el siglo XXI para los niños, adolescentes y jóvenes españoles en el entorno VUCA y en la sociedad del aprendizaje.

Se trata de una perspectiva desde el desarrollo y evolución del ser humano, desde las luces de la neurociencia y de los nuevos aspectos de la psicología. Realmente no se trata de un modelo que él proponga de forma holística, sino

de la reflexión e integración realizada para esta tesis a partir de ordenar, profundizar, sintetizar, relacionar y, posiblemente, extrapolar¹⁵ lo tratado en los capítulos anteriores de la misma¹⁶, ya que su contribución nos parece relevante y de consideración en relación con el aprendizaje de las capacidades no cognitivas de la cohorte generacional de interés para este trabajo, Fig. 5.4.

Para J.A. Marina la educación es, básicamente, instrucción más educación del carácter; ambos aspectos se realimentan entre sí. La **instrucción** se relaciona, fundamentalmente, con la construcción de la inteligencia personal y ciudadana; a través de la inteligencia generadora, ejecutiva y triunfante o práctica, que él considera. La **educación del carácter** está relacionada con el desarrollo de 'su segundo nivel' de la personalidad: la personalidad aprendida. Se quiere facilitar la relación entre los diferentes conceptos implicados mediante simples relaciones algebraicas:

$$\text{Educación} = \text{instrucción} + \text{educación del carácter}$$

$$\text{Personalidad} = \text{P. Recibida} + \text{P. Aprendida} + \text{P. Elegida}$$

$$\text{P. Aprendida} = \text{Carácter} = \text{P. Recibida} + \text{Hábitos}$$

$$\text{Inteligencia} = \text{I. Generadora} + \text{I. Ejecutiva} + \text{I. Triunfante o Práctica}$$

$$\text{I. Triunfante} = \text{Talento Personal}$$

$$\text{Personalidad} = \text{Carácter} + \text{Comportamiento (Conducta)}$$

¹⁵ Lo que puede parecer un tanto aventurado.

¹⁶ Especialmente en los Capítulos II y III.

Marina otorga gran importancia, en el proceso de educación de niños y adolescentes, a la **educación del carácter** y la **adquisición de hábitos**, mediante esquemas mentales estables. Unos hábitos que son cognitivos (intelectuales), de pensamiento, afectivos y éticos. Como afirma Marina, “La pedagogía del hábito se culmina en la educación del carácter”; y “La educación, en su sentido más profundo de ampliar los poderes de la inteligencia y la capacidad de creación del ser humano es, siempre, una adquisición de hábitos adecuados”. Los hábitos, para Marina, son la clave del aprendizaje, (Marina, 2012a).

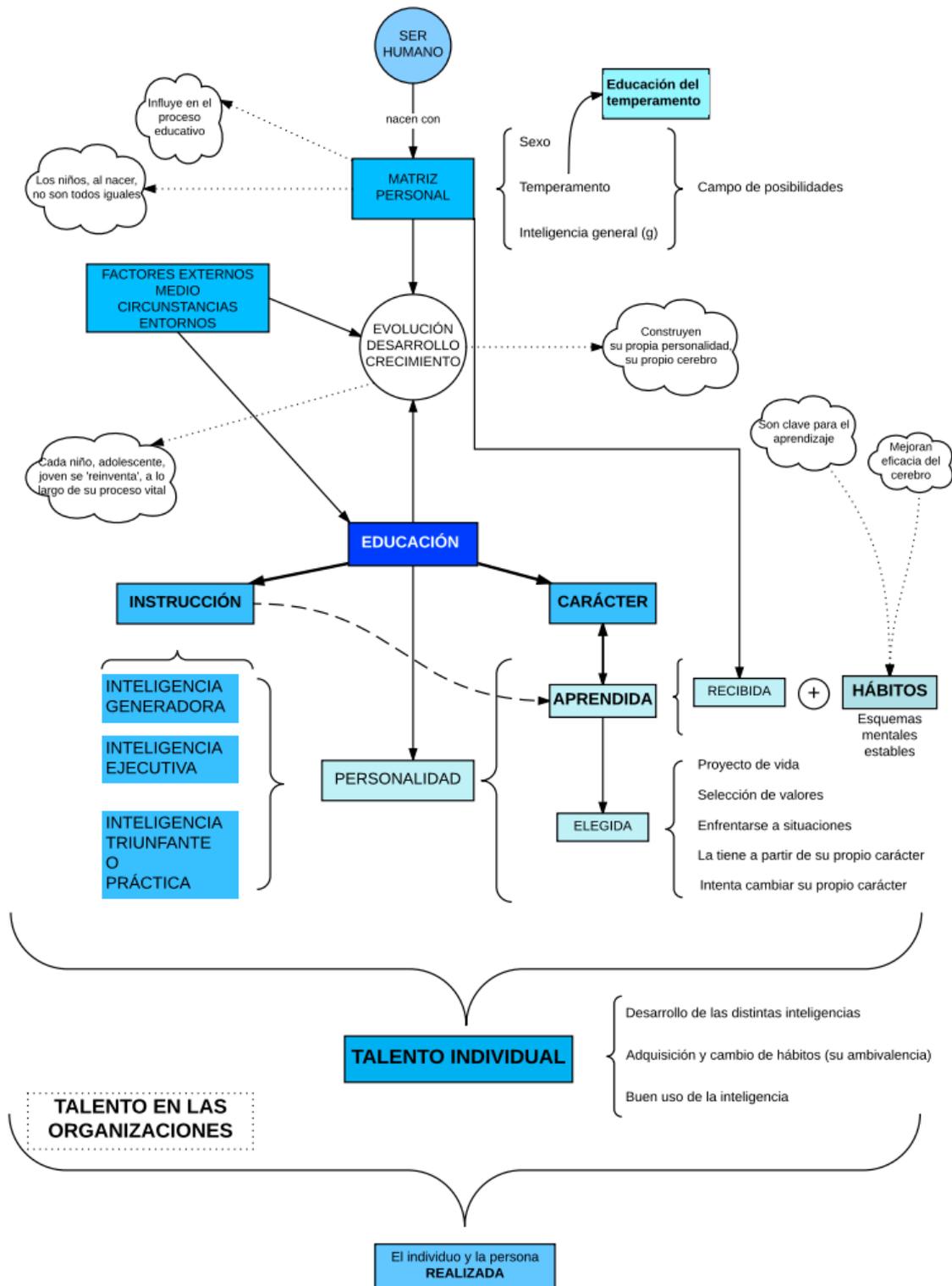


Fig.5.4.- Un intento de mostrar la propuesta educativa de J.A. Marina, en relación a 'qué educación y cómo', para el siglo XXI.

Fuente: Elaboración propia, a partir de las publicaciones de J.A. Marina.

Según Dewey, que cita Marina (2011e), “el carácter está compuesto por los deseos, propósitos y hábitos que influyen en la conducta” Por otra parte, “la mente del niño, sus ideas y creencias son parte del carácter” (Hernández-Sampelayo Matos, M, 2007).

En el modelo de Marina, Fig. 5.4., se atiende sobre todo al desarrollo integral y evolutivo del ser humano, centrado en las etapas de la niñez, adolescencia y primera juventud. Por otra parte su colaboración e impulso en colectivos profesionales (pediatras, hospital San Juan de Dios, artículos semanales en *El Confidencial*, entrevistas en medios, conferencias, su extensa y prolífica creación literaria –entre la investigación y la divulgación-, etc.) hacen que sea elevado su impacto en la sociedad española y en el gobierno del Estado. Además, su colaboración con J.C. Cubeiro (que lo toma como maestro y guía) y la Fundación *Human Age Institute –Manpower Group*, dan una proyección a sus trabajos y aportaciones que inciden en el mundo del *coaching* y del *management* en general¹⁷, (web).

El planteamiento de J.A. Marina es eminentemente humanista, perspectiva esencial en el entorno y sociedad actuales. Hay que tener en cuenta que, en relación a la educación y capacidades a aprender y entrenar, el modelo las incluye al tratar de las funciones y desarrollo de las inteligencias¹⁸, del temperamento, de la personalidad, del carácter, de los hábitos, de la necesidad de los valores éticos, etc.

¹⁷ Se recomienda el acceso al blog personal de J.C.Cubeiro, que ya ha sido citado en esta tesis (al hablar del talento), y a la página principal del *Human Age Institute*, que se puede realizar directamente a partir de cualquiera de los buscadores usuales en Internet.

¹⁸ Por ejemplo, el conocimiento al tratar de la capacidad cognitiva como componente de la Inteligencia Generadora o Computacional.; al igual que ocurre con las emociones.

V.3.- Hacia una educación y formación basada en 'competencias', sin olvidar los conocimientos.

La palabra 'competencias', en el momento actual, aparece constantemente asociada a la reflexión acerca de 'la educación que se necesita para el siglo XXI', al aprendizaje a lo largo de la vida y a la nueva orientación de los departamentos de RR.HH., como gestores del talento en una organización. Se trata de un concepto del que todos tienen conocimiento, más o menos superficial, y que el mismo varía de unas personas a otras. Es conveniente, por lo tanto, hacer unas precisiones acerca del mismo.

¿Por qué las 'competencias' son importantes ahora?: por el mundo en que nos encontramos, y que fue planteado en (§ I.1. y § I.4.) de esta investigación teórica. Las personas en el mismo tienen que vivir y enfrentarse a situaciones cada vez más complejas, inciertas, ambiguas y cambiantes. Las personas viven en un mundo interconectado, con noticias (datos, información y conocimiento) que se propagan inmediatamente en tiempo real, y en enormes cantidades; cuya calidad, fiabilidad, manipulación, propósito e intereses excede a las personas que las reciben pasivamente. Por otra parte, las personas y los colectivos sociales se enfrentan a desafíos (globales, regionales y locales) nuevos sobre los que tienen que formar una opinión, tomar partido, encontrando el equilibrio adecuado para un desarrollo inteligente, sostenible e integrador. Se trata, en definitiva, que cada persona encuentre sus posicionamientos y su futuro, sin que les sean impuestos irremediabilmente. La situación es nueva, respecto a épocas anteriores y cercanas de la humanidad.

La palabra 'competencias' se utiliza, con conceptos más o menos análogos¹⁹, bajo denominaciones diferentes y preferidas, dependiendo de autores, organizaciones y culturas específicas. A modo de ejemplo, se citan términos en

¹⁹ Lo mismo ocurre con su definición.

inglés que a menudo se utilizan de manera indistinta²⁰: *competence (plural, competences), competency (competencies), skills, literacy, capability (capabilities)*, etc. Realmente el significado de cada una de ellas en inglés no es exactamente el mismo, aunque a menudo se prescinde de estas matizaciones y precisiones. En ocasiones dicha diferenciación se debe a la finalidad con la que se desea utilizar el término o las preferencias del autor o entidad que las propone²¹.

V.3.1.- ¿Qué son las 'competencias'²²?

La definición estricta de las mismas depende, más aún que la palabra utilizada, del autor u organización que la proponga.

La definición depende de la finalidad concreta para la que se introduce, del ámbito cultural en el que se aplican, y del perfil generacional de los aprendedores o adquirientes de las mismas.

En este trabajo interesan las dirigidas a una '**educación y formación para el siglo XXI**', orientadas a la educación a lo largo de la vida²³, y centradas en los niños, adolescentes y jóvenes en su vertiente pedagógica y curricular. De estas son especialmente relevantes las 'competencias para el trabajo' y las 'competencias para la vida'²⁴.

20 Situación que se complica, cuando además se añade su libre traducción al español.

21 En nuestro caso prescindimos de estas precisiones, proponiendo una definición o varias, al utilizarlas.

22 En inglés las denominaciones más utilizadas, son *competences* (GB) y *competencies* (USA); que quizá en español serían *competencias* y *capacitaciones*.

23 En Europa se prefiere esta afirmación, que la de 'para el siglo XXI', que es más propia del entorno cultural USA.

24 Logradas mediante el desarrollo, entrenamiento y aprendizaje del talento personal.

V.3.2.- Propuestas de grandes organizaciones internacionales

Como muestra se seleccionan unas pocas definiciones de organizaciones y autores reconocidos²⁵:

V.3.2.1.- UNESCO

Realmente la definición que utilizan es la que se encuentra en el Informe Delors (§ IV.1): “La educación a lo largo de la vida se basa en cuatro pilares: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos, aprender a ser”.

La Oficina Internacional de Educación de la Unesco, en su página web y en la pestaña ‘Enfoque por Competencias’, afirma:

El concepto de competencia es el pilar del desarrollo curricular y el incentivo tras el proceso de cambio. Se define como:

“el desarrollo de las capacidades complejas que permiten a los estudiantes pensar y actuar en diversos ámbitos [...]. Consiste en la adquisición de conocimiento a través de la acción, resultado de una cultura de base sólida que puede ponerse en práctica y utilizarse para explicar qué es lo que está sucediendo” (Cecilia Braslavsky).

La competencia puede emplearse como principio organizador del currículum. En un currículum orientado por competencias, el perfil de un educando al finalizar su educación escolar sirve para especificar los tipos de situaciones que los estudiantes tienen que ser capaces de resolver de forma eficaz al final de su educación. Dependiendo del tipo de formación, estos prototipos de situaciones se identifican bien como pertenecientes a la vida real, como relacionadas con el mundo del trabajo o dentro de la lógica interna de la disciplina en cuestión.

²⁵ Su inclusión no es solo por la definición que proponen, sino porque a ella va asociada a un cierto marco conceptual de competencias., que se puede consultar.

La elección de la competencia como principio organizador del currículum es una forma de trasladar la vida real al aula (Jonnaert, P. et al, Perspectivas, UNESCO, 2007). Se trata, por tanto, de dejar atrás la idea de que el currículum se lleva a cabo cuando los estudiantes reproducen el conocimiento teórico y memorizan hechos (el enfoque convencional que se basa en el conocimiento).

En el Foro Mundial sobre la Educación (2015) '**Educación 2030: Hacia una educación inclusiva y equitativa de calidad y un aprendizaje a lo largo de la vida para todos**', en su punto 9 afirma (Declaración de *Incheon*, 2015):

Nos comprometemos con una educación de calidad y con la mejora de los resultados de aprendizaje,... La educación de calidad fomenta la creatividad y el conocimiento, garantiza la adquisición de las competencias básicas de lectura, escritura y cálculo, así como de aptitudes analíticas, de solución de problemas y otras habilidades cognitivas, interpersonales y sociales de alto nivel. Además, la educación de calidad propicia el desarrollo de las competencias, los valores y las actitudes que permiten a los ciudadanos llevar vidas saludables y plenas, tomar decisiones con conocimiento de causa y responder a los desafíos locales y mundiales mediante la educación para el desarrollo sostenible (ESD) y la educación para la ciudadanía mundial (ECM)...

V.3.2.2.- UNIÓN EUROPEA

Fija las 'competencias clave' para un aprendizaje a lo largo de la vida, en un marco de referencia europeo (Comisión Europea, 2004a).

En el mismo se establece que:

Se considera que el término 'competencia' se refiere a una combinación de destrezas, conocimientos, aptitudes y actitudes, y a la inclusión de la

disposición para aprender además del saber cómo. Una 'competencia clave' es crucial para tres aspectos de la vida:

a.- realización y desarrollo personal a lo largo de la vida (capital cultural): las competencias clave deben permitir a las personas perseguir objetivos personales en la vida, llevados por sus intereses personales, sus aspiraciones y el deseo de continuar aprendiendo a lo largo de la vida;

b.- inclusión y una ciudadanía activa (capital social):

las competencias clave deberían permitir a todos una participación como ciudadanos activos en la sociedad;

c.- aptitud para el empleo (capital humano):

la capacidad de todas y cada una de las personas de obtener un puesto de trabajo decente en el mercado laboral.

Su definición es:

Las competencias clave representan un paquete multifuncional y transferible de conocimientos, destrezas y actitudes que todos los individuos necesitan para su realización y desarrollo personal, inclusión y empleo. Éstas deberían haber sido desarrolladas para el final de la enseñanza o formación obligatoria, y deberían actuar como la base para un posterior aprendizaje como parte de un aprendizaje a lo largo de la vida.

La Comisión Europea define ocho 'competencias clave', consideradas para todos en la sociedad del conocimiento, que se abordan en el apartado (§ V.5.).

El glosario Cedefop²⁶ de la Comisión Europea (2008) define habilidad como la capacidad de realizar tareas y solucionar problemas, mientras

²⁶European Center for the Development of Vocational Training.

que puntualiza que una competencia es la capacidad de aplicar los resultados del aprendizaje en un determinado contexto (educación, trabajo, desarrollo personal o profesional). Una competencia no está limitada a elementos cognitivos (uso de la teoría, conceptos o conocimiento implícito), además abarca aspectos funcionales (habilidades técnicas), atributos interpersonales (habilidades sociales u organizativas) y valores éticos.

V.3.2.3.- OCDE²⁷

La presentada en su proyecto *DeSeCo* (OECD, 2003) es (Ananiadou and Claro, 2009)²⁸:

“A competence is more than just knowledge or skills. It involves the ability to meet complex demands, by drawing on and mobilising psychosocial resources (including skills and attitudes) in a particular context. For example, the ability to communicate effectively is a competence that may draw on an individual’s knowledge of language, practical IT skills and attitudes towards those with whom he or she is communicating» (Rychen &Salganik, 2003)”.

La OCDE reconoce explícitamente que esta definición [al igual que las restantes] queda abierta.

Estas definiciones, de organismos reconocidos en nuestro entorno cultural, económico y social, son suficientes para la investigación teórica de esta tesis.

²⁷ La postura de la OCDE ha sido elaborada a través de dos importantes iniciativas: la Definición y Selección de las Competencias (DeSeCo) y el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA), lanzado en 1997.

²⁸Al no existir un documento publicado originalmente en español, se ha considerado más adecuado reproducir el texto original en inglés.

V.3.3.- Propuestas de organizaciones privadas y autores

No obstante, conviene orientar hacia otras realizadas en otros entornos y o por autores reconocidos en el campo de la educación, entre ellas se seleccionan las siguientes:

a) Organismos privados:

Iniciativas como *Partnership for 21st skills (P21)* o como el **Proyecto de enseñanza y evaluación de las habilidades del siglo XXI (ATC21)** representan la importancia que ha adquirido esta cuestión en el ámbito del sector privado. Estas dos son las que más se han difundido globalmente hasta el momento. Entre otras destacan también la *C21 (2015)*²⁹, *Canadians for 21st Century Learning & Innovation*; y la ya citada en el apartado anterior, *CCR (2015)*.

Asociaciones profesionales, por otra parte, han propuesto su opción específica; como es el caso, por ejemplo, de los profesionales de la salud, a través de la *Education of Health Professionals for the 21st Century (2010)*. *A Global Independent Commission (web)*.

b) Autores:

Para comprender en la actualidad el significado de las competencias y su evaluación, es conveniente revisar las aportaciones que en el siglo XX hicieron autores como Noam Chomsky, Jean Piaget, Lev Vygotsky, David Ausubel y Howard Gardner. Quizá el más significativo fue el primero (1965) al introducir el concepto de 'competencia lingüística', base de la actual competencia básica 'competencia comunicativa' (Cenoz Iragui, 2003).

Para N. Chomsky (1965), una competencia es un conjunto de comportamientos sociales, afectivos y habilidades cognoscitivas, psicológicas, sensoriales y

²⁹ Se trata de una asociación privada sin ánimo de lucro.

motoras que permiten llevar a cabo adecuadamente un papel, un desempeño, una actividad o una tarea.

En esta síntesis, no obstante, son necesarios planteamientos más concretos, aplicados y pragmáticos.

P. PERRENAUD

Su aportación, ‘Construir competencias desde la escuela’ (2011), ha tenido gran impacto entre los docentes de los niveles a los que va dirigida la investigación teórica de esta tesis doctoral.

Algunas características de sus aportaciones (Gentile e Bencini, 2000):

- “Una competencia es la facultad de movilizar un conjunto de recursos cognoscitivos (conocimientos, capacidades, información, etc.) para enfrentar con pertinencia y eficacia a una familia de situaciones”.
- “Los seres humanos no todos se enfrentan a las mismas situaciones. Desarrollan competencias adaptadas a su mundo”. “Algunas competencias se construyen en gran parte en la escuela, otras en absoluto”.
- “La descripción de las competencias debe partir del análisis de las situaciones y de la acción, y de ahí derivar de los conocimientos. Se va demasiado deprisa, en todos los países, se lanzan en la redacción de programas sin tomarse el tiempo de observar las prácticas sociales, de definir las situaciones a las cuales se enfrentará a la gente común y ordinaria y realmente”.

Las familias de situaciones a las que deberá enfrentarse una persona determinan la existencia de competencias elementales (básicas), mayores y menores, transversales y específicas, etc.

Su visión es especialmente importante para la escuela y para determinar, a su vez, qué competencias deben adquirir los maestros y profesores.

R. BOYATZIS

Su orientación está dirigida hacia las competencias para/en el trabajo y las define como: “Características subyacentes en un persona, que están causalmente relacionadas con una actuación exitosa en un puesto de trabajo”. Se trata de una concepción básica en la gestión por competencias en el mundo del *management*.

Precisando Boyatzis (2008), textualmente, la define como:

“a capability or ability. It is a set of related but different sets of behavior organized around an underlying construct, which we call the “intent”. The behaviors are alternate manifestations of the intent, as appropriate in various situations or times”.

Según él “una teoría del desempeño (*performance*) es la base para el concepto de competencia”. En este sentido, para definir las competencias necesarias para el siglo XXI, se inclina por una teoría básica de contingencia³⁰ que requiere tres grupos de hábitos de comportamiento como capacidades umbral [o mínimas], y tres clústeres de competencias que caracterizan un desempeño sobresaliente.

Los grupos de hábitos de comportamiento como capacidades umbral son:

- 1.- La diligencia (esperteza) y experiencia.
- 2.- El conocimiento (declarativo, procedimental, funcional y metacognitivo)

³⁰ Que puede suceder o no suceder.

3.- Un conjunto de competencias cognitivas básicas como la memoria y el razonamiento deductivo [y analítico].

Existen, además, tres grupos de competencias, que diferencian a los trabajadores de desempeño mediano (mediocre) de los que lo tienen sobresaliente³¹:

1.- Competencias cognitivas, tales como pensamiento sistémico y reconocimiento de patrones.

2.- Competencias de inteligencia emocional, incluyendo equilibrio emocional propio y competencias de dominio personal (gestión o dirección de uno mismo, *self-management*³²), tales como conciencia y control del estado emocional propio.

3.- Competencias de inteligencia social, tales como conciencia social³³, y las asociadas con la gestión de las relaciones humanas, por ejemplo la empatía y el trabajo en equipo.

Este planteamiento está en la línea del que realiza J. A. Marina, aunque quizá el de este último es más pormenorizado, explícito y completo. R. Boyatzis llega a plantear que “las competencias son la manifestación conductual [manera de comportarse en la vida] del talento”.

T. WAGNER

Para conocer su trayectoria educativa, en relación con la innovación del sistema educativo que propone, se recomienda acceder a su página web personal (Wagner, 2017).

³¹ Demostrado empíricamente en muchos países del mundo.

³² Incluyendo actitud proactiva, iniciativa propia, y capacidad para tomar decisiones.

³³ La conciencia social es aquel estadio o actividad mental a través de la cual una persona puede tomar conciencia sobre el estado de otros individuos o incluso de ella misma dentro de una comunidad o grupo. Definición que se puede encontrar a través de cualquier buscador.

Entre otras muchas aportaciones, tiene una propuesta de diez puntos para cambiar el sistema educativo (Aula Planeta, 2016):

1.- El sistema actual está obsoleto y debe reinventarse...

2.- En el mundo actual el conocimiento es una mercancía más... Lo importante es lo que [cada] persona es capaz de hacer con el conocimiento, cómo lo utiliza y aprovecha....

3.- Habilidad y voluntad son los dos nuevos pilares de la educación. La nueva educación debe centrarse en formar a personas que tengan las habilidades, destrezas y capacidades, por un lado, y por otro, el deseo, la motivación y la voluntad de manejar y utilizar los conocimientos que han adquirido.

4.- Hay siete competencias esenciales que los jóvenes deben adquirir. Wagner establece siete destrezas que los estudiantes deben **desarrollar antes de terminar la Secundaria** y que les ayudarán no solo a conseguir y mantener un buen trabajo, sino también a ser ciudadanos informados y capaces de desenvolverse en la nueva economía del conocimiento globalizado:

- Pensamiento crítico y resolución de problemas
- Colaboración en redes y liderazgo por influencia
- Agilidad y adaptabilidad
- Iniciativa y espíritu emprendedor
- Comunicación eficaz, oral y escrita
- Capacidad de acceder a la información y analizarla
- Curiosidad e imaginación

5.- El sistema productivo y económico actual es insostenible... hemos creado una economía basada en que la gente gaste un dinero que no

tiene, en comprar cosas que posiblemente no necesita, poniendo en peligro al planeta en el proceso...

6.- La solución pasa por educar para la innovación...

7.- La educación tradicional pone barreras a la educación...

8.- El juego es una herramienta educativa fundamental...

9.- Lo esencial es la pasión...De esa pasión surgirá el propósito, la utilidad y el interés por aportar algo, por marcar la diferencia, por cambiar el mundo.

10.- Hay que innovar en la educación para crear jóvenes innovadores... [los docentes] al enseñar tenemos que asumir riesgos, aprender de los errores, colaborar con el resto de profesores y con la comunidad educativa y, sobre todo, fomentar en los alumnos el juego, la pasión y la búsqueda de un propósito.

Hay tres líneas de investigación y de desarrollo de habla española³⁴ que están haciendo un buen trabajo en relación con las competencias; se incluyen para ampliar y contextualizar el concepto de competencia en relación con la educación:

S. TOBÓN.

En su *e-book* de descarga gratuita, 'Formación basada en competencias: pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica' (2008), propone un modelo pedagógico alternativo al actual (basado en los contenidos de diferentes asignaturas, es decir curricular).

³⁴ Realmente hay muchos más, aunque se ha optado por estos tres, que pertenecen a distintos países.

L. FRADE RUBIO

El compendio de su aportación se encuentra en 'Desarrollo de competencias en educación: desde preescolar hasta el bachillerato' (2008). También se puede acceder a su página profesional en la web, constantemente actualizada.

GRUPO CIFO_UAB³⁵

Sus trabajos están orientados a la formación ocupacional, que es un aspecto relevante de la educación y formación por competencias. Destacan los trabajos de J. Tejada Fernández (2005), A. Navío Gámez (2006), A. Navío Gámez y J. Tejada Fernández (2006), O. Más Torelló (2011), y otros; se puede acceder a las publicaciones de todo el grupo (2017) o de manera individual a través de las páginas personales del profesorado de la UAB.

También conviene destacar la Revista Profesorado de la Universidad de Granada tiene un número (2013) dedicado a la "Formación del profesorado en competencias".

Lo que es cierto es, y está admitido de manera general, que la educación de hoy en día es más que una educación basada solo en contenidos cognitivos; ese algo más es lo que se han denominado competencias, que son de diferentes tipos y características. Los grandes grupos de competencias (macro-competencias o metacompetencias), se subdividen, además, en competencias específicas, como por ejemplo ilustra la Fig.5.3.

Los distintos modelos o marcos conceptuales de competencias (§.V.4.) particularizan tanto las macro-competencias o clústeres de competencias como las competencias específicas asociadas a las mismas.

Los diferentes sistemas educativos formales de cada país y nivel educativo, así como las comunidades privadas de cualquier naturaleza que se dedican a la

³⁵ Colectivo de Investigación en Formación Ocupacional de la Universidad Autónoma de Barcelona.

educación, seleccionan el marco competencial que mejor se ajusta al propósito de la educación que quieren impartir, a sus prioridades y a sus creencias y valores.

Como se empieza a vislumbrar es muy importante saber priorizar y optar, entretanto que hay que aprender a lo largo de la vida, y lo que hay que aprender en cada etapa generacional de la misma, considerando la identidad personal de cada individuo.

V.4.- ¿Hacia una Educación Basada en Competencias?

Tal como se está planteando cabe preguntarse: **¿se va hacia una educación formal basada en competencias (EBC)?** Es conveniente precisar sucintamente qué se entiende por una EBC. Normalmente es un concepto utilizado para la formación orientada para el trabajo o el desempeño de un empleo/puesto en una organización. La perspectiva que interesa en esta investigación es la de una EBC en la escuela, para niños, adolescentes y jóvenes, incluso en la educación superior, es decir en todo el sistema formal inicial.

El Observatorio de Innovación Tecnológica del reconocido Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), México, ha publicado un libro electrónico: “7 beneficios de la Educación Basada en Competencias”, Fig. 5.5., “donde enfocándose de manera particular en la educación superior analizan las tendencias que podrían determinar el desarrollo de este modelo educativo” (blog de Gesvin, 2015). En el mismo reproduce la definición que el ITESM da de la EBC:

Es un modelo centrado en el estudiante donde el resultado del aprendizaje es lo central y el tiempo para lograrlo es variable, a ello se suma, su flexibilidad para ser abordado en cualquier nivel educativo, programa de capacitación e incluso en la educación no formal.



Fig.5.5.- Beneficios de la EBC

Fuente: Reproducción de la imagen del blog de Gesvin, que a su vez la reproduce del libro del ITESM (2015)

También el Prof. Valenzuela González, del mismo centro educativo (ITESM), tiene una excelente presentación en Prezi: “Evaluación en modelos de educación basada en competencias” (2015), muy ilustrativa de este nuevo modelo educativo.

Sin embargo para los niveles que interesan en esta tesis es recomendable la visita a la página del CNIIE³⁶(2013): “Enseñanza tradicional versus enseñanza por competencias”:

En lo que se refiere al ámbito educativo, ante estos cambios pierden sentido tanto unos currículos escolares estáticos y cerrados como un enfoque disciplinar de los mismos en saberes compartimentados, ya que los problemas que la realidad plantea son globales y transversales. Queda también obsoleta una educación basada en la mera acumulación de conocimientos, pues ha llegado el momento de aprender haciendo y experimentando.

La enseñanza por competencias requiere partir de un aprendizaje situado en el que la persona ha de realizar unas tareas concretas en un contexto determinado con el fin de adquirir, a través de ellas, unas competencias básicas para su desarrollo personal a lo largo de la vida.

Uno de los problemas de la enseñanza tradicional radica en que, dada la relevancia que se ha concedido al contenido, se ha fomentado demasiado a menudo un aprendizaje memorístico de conocimientos, el cual no implica necesariamente que el aprendiz sea capaz de aplicarlos a la vida real. Frente a esto, el aprendizaje por competencias se centra en dos pilares fundamentales: la **significatividad** y la **funcionalidad de los aprendizajes**.

³⁶ CNIIE: Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa. Ministerio de Educación, Cultura y Deportes.

Este nuevo enfoque de la enseñanza no olvida, en ningún caso, la importancia de los conocimientos, pero los aborda de manera interrelacionada, poniendo en juego al mismo tiempo conocimientos, destrezas, habilidades y valores.

En la Tabla 5.1. se resumen algunas de las diferencias entre el modelo tradicional y el modelo por competencias. Indudablemente se trata, por el momento, de una buena intención y tendencia, más que de una realidad en las aulas.

La web *Teachthought: We grow teachers* (ver en su página web) es otra fuente a consultar, y visitar regularmente, para progresar en una educación basada en competencias.

La EBC va, cada vez más, hacia un **Aprendizaje Basado en Problemas (LBP)**, que no es un Aprendizaje Basado en Proyectos; pero esto ya no corresponde a esta orientación para esta tesis en concreto.

Tabla 5.1.- Enseñanza tradicional frente a la enseñanza por competencias

Fuente: CNIIE (2013)

	Enseñanza tradicional	Enseñanza por competencias
¿Qué produce el aprendizaje?	El contenido de las disciplinas académicas	Los procesos cognitivos y afectivos que se desencadenan en la resolución de una tarea.
¿Cómo se adquiere?	Aprendizaje abstracto. Fuera de contexto.	Aprendizaje situado en un contexto determinado y ante unas tareas concretas.
¿Qué tipo de aprendizaje predomina?	Memorístico de conocimientos. Individual.	Aprendizaje significativo y funcional. Cooperativo.
¿Cuál es la finalidad del aprendizaje?	Preparar para cursar estudios superiores	Preparar para la vida.
¿Cuál es el papel del docente?	Transmisor de conocimientos	Guía y mediador de los procesos de aprendizaje.
¿Cómo es el centro escolar?	Fragmentado. Aislado.	Conectado en redes. Relacionado con su entorno.

V.5.- Marcos de competencias más relevantes

Un marco de competencias define los conocimientos, habilidades y atributos (actitudes, comportamientos y valores) necesarios para las personas dentro de una organización.

En el caso de organizaciones educativas representan las competencias que los aprendedores deben adquirir (así como su grado o nivel de desarrollo a alcanzar) a lo largo de su proceso de educación y formación, bien sea formal o no formal.

Estos marcos deben ser flexibles (fundamental en un entorno VUCA) y ajustados a la misión de la organización (gobierno, empresa, asociación, etc.) o comunidad (religiosa, de padres, cultural, etc.) responsable del proceso educativo. Y en un caso concreto deben ajustarse, más que en lo posible, a las características diferenciales de cada persona, sobre todo en los primeros niveles del sistema inicial formal, con objeto de que el sistema sea integrador y ningún niño o adolescente se quede en el camino.

En este momento existen en el mundo diversos marcos (nacionales o de organizaciones privadas, con ánimo y sin ánimo de lucro) que sirven de pauta y de orientación para que cada país y organización/comunidad priorice y particularice el suyo propio.

Como ilustración, se han seleccionado algunos de ellos entre los que tienen un mayor alcance e impacto global. Se presentan imlemente mostrando la infografía que los caracteriza, y las referencias que permiten tener un conocimiento más profundo y preciso de los mismos, para apostar por una educación de calidad 'en el siglo XXI'.

Los mismos incluyen lo que se han denominado competencias nucleares (*core*), clave (*key*)³⁷ o competencias básicas (término relativamente más utilizado en español)³⁸.

“Una competencia básica curricular se conceptualiza como sistema sinérgico de conocimiento funcional, actitudes, habilidades y destrezas que favorecen la maduración socio personal, el ejercicio de la ciudadanía activa y la incorporación a la vida laboral” (Revista Española de Pedagogía, 2012).

V.5.1.- UNESCO

Según la *UNESCO_Education*³⁹(Competencias):

«Los sistemas educativos de calidad no sólo tienen que apoyar eficazmente la adquisición de competencias de aprendizaje para el desarrollo, sino también asegurar la capacidad de respuesta permanente de esas competencias [en un entorno VUCA]. Los sistemas educativos de calidad deben permitir a los alumnos adaptar continuamente sus competencias, al mismo tiempo que adquieren continuamente, e incluso desarrollan, nuevos conocimientos. Estas competencias son diversas en su alcance, desde habilidades básicas, conocimiento de contenidos, habilidades cognitivas, habilidades blandas [*soft*] hasta habilidades ocupacionales y nos permiten ‘satisfacer una petición compleja o llevar a cabo [por propia iniciativa] una actividad o una tarea compleja con éxito o efectividad en un determinado contexto’. Sus tipologías y enfoques son tan diversos como entidades-países, organizaciones e individuos- que las definan».

³⁷ Realmente se trata de un concepto que surgió en el *management* (1990), y que posteriormente se extendió a la educación en sistemas reglados de la misma.

³⁸ Competencias y metacompetencias.

³⁹ Se selecciona la UNESCO, para no ser reiterativos, ya que posteriormente se tratan las de la UE y de la OCDE, en otros apartados y subapartados de este mismo capítulo.

Existe un consenso creciente acerca de los tipos o categorías de competencias que se necesitan. Ahora bien, al mismo tiempo, surge una amplia variedad de formulaciones y esquemas para estas competencias, como se muestra en la Tabla 5.2.

«La pregunta fundamental es: ¿cuáles son los conjuntos de competencias más importantes que nuestros estudiantes de educación general deben adquirir como resultados de aprendizaje, si quieren contribuir efectivamente a nuestra agenda de desarrollo y hacer frente al mundo de hoy (y mañana)? Esta cuestión se aborda en dos aspectos: 1) conceptualización de los resultados de aprendizaje deseados / [en relación con] un conjunto de competencias clave (Tabla 5.2); y 2) reorientar políticas e intervenciones, así como **revisar visiones y reestructurar elementos de los sistemas educativos**, para lograr los resultados de aprendizaje propuestos».

Tabla 5.2.- Competencias nucleares o básicas en los sistemas educativos de distintos países. Fuente: UNESCO: *Education/.../Desired Outcomes/Competencies*

Technical Note III.3				
Tables containing examples of countries' definitions of key/core competencies				
UK/Northern Ireland	Norway	Scotland	Australia	New Zealand
<p>Skills:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Communication • Personal and interpersonal skills • Managing information 	<p>Pursuit of five basic skills:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Being able to express oneself • Being able to express oneself in writing • Being able to use digital tools • Being able to read • Being able to develop numeracy • Being able to use digital tools 	<p>Pursuit of four main capacities – individuals to develop as:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Successful learners • Confident individuals • Responsible citizens • Effective contributors <ul style="list-style-type: none"> • Literacy • Health and wellbeing • Skills for learning, life and work • Literacy • Numeracy 	<p>Ten capabilities</p> <ul style="list-style-type: none"> • Literacy • Thinking skills • Creativity • Self management • Teamwork • Intercultural understanding • Ethical behavior and social competence • Literacy • Numeracy • ICT • Thinking skills • Creativity 	<p>Five key competencies</p> <ul style="list-style-type: none"> • Using language, symbols and text • Managing self • Relating to others • Participating and contributing • Thinking
Indonesia	Singapore	Namibia	South Africa	
<p>National examinations will target:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intelligence • Knowledge • Personality • Noble character • Skills to live independently • Skills to continue studies 	<p>Core skills and values</p> <ul style="list-style-type: none"> • Communication skills • Character development • Self management skills • Social and cooperative skills • Thinking skills and creativity • Literacy and numeracy • Information skills • Knowledge application skills 	<ul style="list-style-type: none"> • Learning to learn • Personal skills • Social skills • Cognitive skills • Communication skills • Numeracy skills • Information and communication technology skills 	<ul style="list-style-type: none"> • Identify and solve problems • Work effectively with others • Collect, analyze, organize and critically evaluate information • Communicate effectively • Use science and technology effectively • Demonstrate understanding of the world as a set of related systems • Full personal development (reflecting on and exploring strategies to learn more effectively, responsible citizens, cultural and aesthetical sensitiveness, education for career and entrepreneurial opportunities) 	

V.5.2.- Otras Organizaciones⁴⁰

V.5.2.1.- *CCR*, se considera suficientemente explícita la información contenida en la Fig. 5.3.

V.5.2.2.- *P21*⁴¹.org (web).

El Marco *P21* representa tanto los **resultados de los estudiantes** del siglo XXI, como **los sistemas de apoyo** para conseguirlos. Este marco se ha seleccionado en la parte teórica de la investigación empírica, y se describe en el subapartado (§ VII.3.1.1.).

V.5.2.3.- *KSAVE* (Griffin, P., McGaw, B. and Care, E. *Editors*, 2012).

Fue desarrollado como parte de las primeras fases del *ATC21S*. Se identificaron 10 habilidades o destrezas (*skills*) que las organizaron en cuatro grupos, que se incluyen en el lenguaje original en el que fueron redactadas para evitar sesgos en la traducción, Fig. 5.6.

Ways of Thinking

1. Creativity and innovation
2. Critical thinking, problem solving, decision making
3. Learning to learn, metacognition

Ways of Working

4. Communication
5. Collaboration (teamwork)

Tools for Working

6. Information literacy (includes research on sources, evidence, biases, etc.)
7. ICT literacy

Living in the World

8. Citizenship – local and global
9. Life and career
10. Personal and social responsibility – including cultural awareness and competence

Fig.5.6.- Imagen del diagrama que define diez habilidades para el siglo XXI, agrupadas en cuatro categorías

Fuente: Griffin, P., McGaw, B. and Care, E. *Editors*, 2012. Cap. 2º, (pág. 36)

⁴⁰ Conviene conocer la misión y propósito de cada organización al proponer el marco de cada una de ellas. Algunas de ellas hablan mas bien de *skills* que de *competencies*; para los objetivos de esta tesis, el matiz no se considera relevante.

⁴¹ *Partnership for 21st Century Learning*.

V.5.2.4.- ATC21S (Melbourne Graduate School of Education web), (Griffin, P. and Care, E. Editors, 2015)⁴².

Este proyecto representa fases posteriores del anterior. Los expertos y directores, reunidos en Londres enero del 2010, propusieron que las habilidades seleccionadas en el modelo *KSAVE* se podían agrupar en tres grandes metahabilidades o metacompetencias⁴³:

- Resolución de problemas.
- Resolución colaborativa de problemas.
- Aprendizaje a través de redes (sociales) digitales.

También se plantearon explorar si las mismas se podían enseñar (aprender) y valorar y evaluar; y en caso afirmativo cómo hacerlo. Para ello se eligieron grupos pilotos, en diversos países del mundo, compuestos por niños/niñas de edades comprendidas entre los 11 y los 15 años.

Los respectivos marcos conceptuales de la segunda (que incluye a la primera, a nivel del marco conceptual de esta tesis) y de la tercera de las metahabilidades se muestran en las Fig. 5.7 y 5.8, respectivamente.

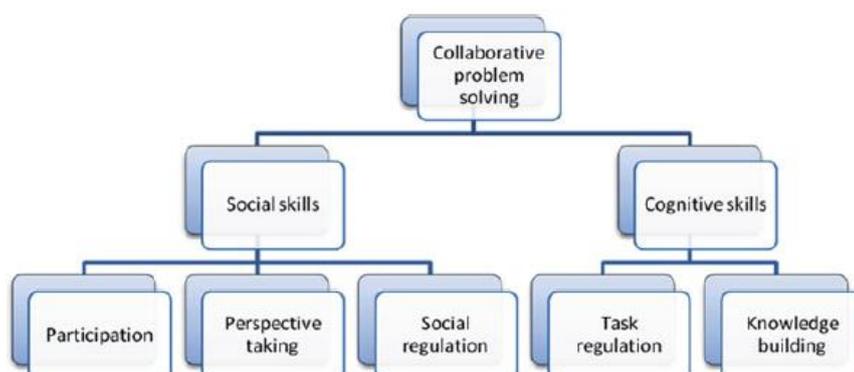


Fig.5.7.- Marco conceptual para la destreza 'solución colaborativa de problemas'

Fuente: Griffin, P. and Care, E. *Editors*. 2012 (pá. 8)

⁴² *Assessment and Teaching of 21st Century Skills Project*. Proyecto realmente internacional impulsado desde la *Graduate School of Education, University of Melbourne, Australia*. Financiado por las mayores compañías tecnológicas del mundo: Cisco, Intel y Microsoft; se desarrolló en varias fases, y representa un ejemplo de colaboración público-privada en el desarrollo de mismo.

⁴³ En esta agrupación las dos primeras están muy relacionadas, aunque no se trate exactamente de lo mismo.

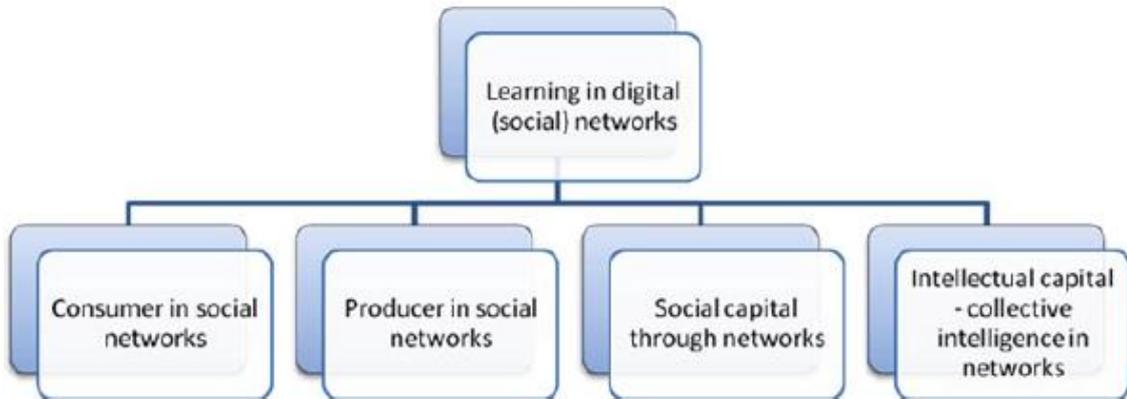


Fig.5.8.- Marco conceptual para la destreza 'aprendizaje en redes digitales'

Fuente: Griffin, P. and Care, E. *Editors*, 2012 (pág. 8).

El marco de competencias *ATC21S* asume la hipótesis que se ilustra en la Fig. 5.9, acerca de la relación existente entre las tres metahabilidades indicadas.

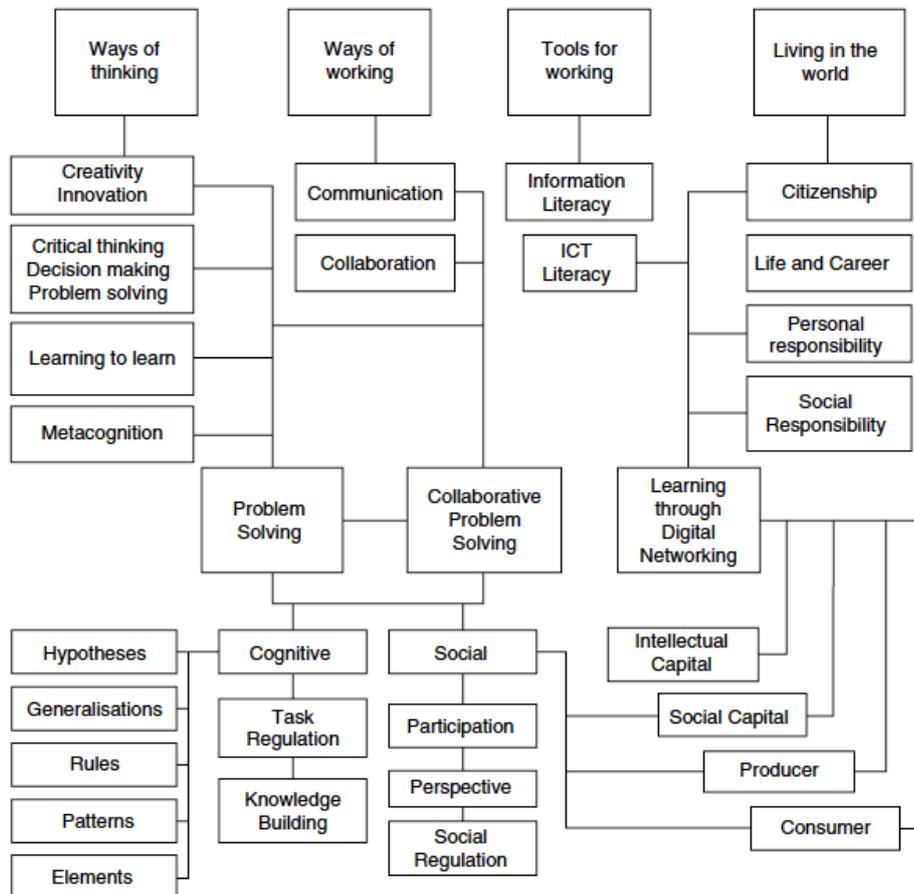


Fig.5.9.- Marco de habilidades o destrezas para el siglo XXI

Fuente: Griffin, P. and Care, E. *Editors*, 2015 (pág. 11).

La relevancia de este modelo, entre otras características, es que establece una metodología que se puede adaptar a la selección de otras metacompetencias y competencias⁴⁴; por ello ha sido otro de los marcos competenciales seleccionado para la parte teórica y práctica de la investigación empírica (§ VII.3.1.2.).

V.5.2.5.- OCDE (DeSeCo)

La OCDE ha lanzado dos importantes iniciativas para establecer las competencias (*competencies*) y habilidades (*skills*) necesarias ‘para el siglo XXI’⁴⁵: las pruebas de PISA⁴⁶(1997) y el proyecto (DeSeCo⁴⁷, finales 1997, 2003), para que le sirviese de marco conceptual de competencias para sus pruebas de PISA (*Programme for International Student Assessment*) (OCDE_2013)⁴⁸; (Ananiadou y Claro, 2009), (Toribio Briñas, 2010).

El proyecto DeSeCo de la OCDE utiliza tres grupos o categorías de ‘meta competencias’ clave, Fig. 5.10.



Fig.5.10.- Categorías de competencias clave

Fuente: OCDE, 2005

⁴⁴ O habilidades (*skills*) como las denominan los autores de dicho modelo.

⁴⁵ Realmente el propósito de las mismas lo define como: «para la plena participación [de los estudiantes] en la sociedad». Es decir, «en la capacidad de los jóvenes (15 años), para utilizar su conocimiento y sus habilidades o destrezas en situaciones reales, más que en el grado en que han aprendido un currículo específico [plan de estudios] en la escuela».

⁴⁶ *Programme for International Student Assessment*(Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes)

⁴⁷ *Definition and Section of Competencies* (Proyecto de Definición y Selección de Competencias).

⁴⁸ Se ha seleccionado esta referencia, más significativa que las normas de evaluación que definieron cuando se lanzó la iniciativa en 1997.

En la Tabla 5.3 se incluye la descripción de cada una de las tres mega-competencias, de la figura anterior.

Tabla 5.3.- Categorías de competencias establecidas por el proyecto DeSeCo

Fuente: Toribio Briñas, 2010, a partir de OCDE (2005).

Competencia Categoría 1 USAR LAS HERRAMIENTAS DE FORMA INTERACTIVAS	Habilidad para usar el lenguaje, los símbolos y el texto de forma interactiva
	Capacidad de usar este conocimiento e información de manera interactiva
	La Habilidad de usar la tecnología de forma interactiva
Competencia Categoría 2 INTERACTUAR EN GRUPOS HETEROGÉNEOS	La Habilidad de relacionarse bien con otros
	La Habilidad de Cooperar
	La habilidad de manejar y resolver conflictos
Competencia Categoría 3 ACTUAR DE FORMA AUTÓNOMA	La Habilidad de actuar dentro del gran esquema
	La Habilidad de formar y conducir planes de vida y proyectos personales
	La Habilidad de afirmar derechos, intereses, límites y necesidades

V.5.2.6.- Otros marcos competenciales

Existen otros marcos de competencias, tales como: el del Ministerio de Educación de Singapur, *21st Century Competencies (Ministry of Education web)*; OCDE *Skills for Innovation and Research (OECD_2011)*; UE-Aprendizaje permanente: competencias clave (EUR-Lex_2016); *CCR (2015)*; *Hewlett Foundation Deeper Learning Competencies (web)*; *C21 Canada: Canadians for 21st Century Learning & Innovation (web)*; *LKA, Leading in the Knowledge Age (web)*; *KIPP. Leadership Framework and Competency Model (web)*; *enGauge 21st Century Skills: Literacy in the Digital Age (2003)*; *Common Core Standards (web)*, *T. Wagner' Seven Survival Skills (video, 2009)*, etc.

En distintas referencias se incluyen tablas o cuadros en los que se establece comparaciones entre los distintos marcos de competencias para 'el siglo XXI' tanto de reseñados en este apartado, como de otros existentes y no nombrados.

Por ejemplo: *CCR2015*, ya citada; y en (Voogt and Pareja Roblin, 2012) y (Dede, 2010), como nuevas referencias en este aspecto.

Sean cuales fueren las competencias que se prioricen o por las que se opte, existe un reto todavía no resuelto en el desarrollo/ aprendizaje de competencias y habilidades para ‘el siglo XXI’: el protocolo de herramientas existentes para la valoración y evaluación de las mismas se centra más (por no decir que exclusivamente) en medir los conocimientos concretos en cada materia, que en determinar la capacidad de los estudiantes en aplicar los mismos a situaciones reales (multidisciplinares), en resolver problemas, en pensar críticamente o en trabajar de manera colaborativa.

La situación existente la resume el título de un artículo publicado por diferentes profesores españoles, conocidos y reconocidos en el área educativa: “El laberinto de las competencias clave y sus implicaciones en la educación del siglo XXI” de (Esteve, Adell y Gisbert, 2013).

Existen también marcos de competencias y habilidades por grandes ramas de carreras universitarias de desempeño profesional (p.e.: salud, ingenierías, sociales, arquitectura, etc.). Entre ellas se encuentran las capacidades que debe desarrollar un profesor y un maestro para ser considerados competentes⁴⁹ para que sus aprendices adquieran y desarrollen (‘aprendan’) aquellas que necesitan en la nueva sociedad, tanto en su entorno local como en el global. Este aspecto excede ya a los objetivos concretos de esta tesis.

V.6.- Competencias clave seleccionadas por la UE, España y Canarias

En este apartado se abordan las competencias clave que inciden sobre los alumnos de primaria y de la educación secundaria obligatoria en Canarias, que es el entorno próximo. Los tres niveles legislativos que la afectan son: el de la

⁴⁹ Mediante su educación inicial y la permanente, que cada vez será más importante.

UE, el de España y el de la propia Comunidad, cada uno con el alcance propio establecido.

La Unión Europea:

Según Valle y Manso (2013):

La Unión Europea, [como se indicó en (§V.2.2.)], no se ha mantenido al margen de este nuevo paradigma educativo⁵⁰. Más bien, por el contrario, a la luz de su documentación, se puede interpretar que ha sido una preocupación real de su agenda educativa. Esto lo demuestra el hecho de que recientemente haya dedicado una publicación al estudio sobre cómo se ha implantado en los distintos sistemas educativos europeos (Eurydice, 2012).

El marco de las competencias clave, como se ha indicado, tiene mucho que ver con el 'aprendizaje a lo largo de la vida' o el 'aprendizaje permanente'. Estas competencias se comienzan a desarrollar y a entrenar desde los primeros años de la educación inicial, de manera coordinada y progresiva, atendiendo a las capacidades de aprendizaje de los aprendices en cada curso y nivel. La Comisión Europea (2004) propuso el "Marco europeo de referencia para las competencias clave del aprendizaje permanente".

La propuesta constaba de ocho competencias clave, Valle y Manso (2013):

- **Comunicación en lengua materna:** expresión, comprensión e interpretación de hechos, pensamientos, sentimientos... de forma oral y escrita en lengua materna, dentro de todo el rango posible de contextos de comunicación.

⁵⁰ Desde la perspectiva del marco conceptual de esta tesis, parece que es simplificar demasiado que el nuevo paradigma educativo resida en la 'formación permanente basada en competencias'. Esta visión es parte del mosaico más amplio, que se ha querido plantear en el marco propuesto en esta tesis.

- **Comunicación en lengua extranjera:** expresión, comprensión e interpretación de hechos, pensamientos, sentimientos... de forma oral y escrita en una lengua extranjera, dentro de un rango apropiado de distintos contextos.
- **Competencia matemática, científica y técnica:** realización de operaciones matemáticas, mentales, con soporte de papel y lápiz y con ordenador para resolver un amplio rango de situaciones de la vida cotidiana; aplicación de conocimientos y metodologías de la ciencia para explicar los fenómenos naturales; comprensión y aplicación de conocimientos y metodologías científicas para modificar el medio ambiente natural y responder adecuadamente a las necesidades humanas.
- **Competencia digital⁵¹:** uso crítico y aprovechamiento de los medios digitales para el aprendizaje, el trabajo, el ocio y la comunicación.
- **Aprender a aprender:** organización y regulación del propio aprendizaje, tanto individual como en equipo, en una variedad de contextos (escuela, casa, trabajo, formación permanente); gestión del propio desarrollo académico-profesional.
- **Competencia cívica y social:** participación de forma eficaz y constructiva en la vida social. Resolución de los conflictos de forma pacífica y dialogada; interacción de forma enriquecedora sobre una base 'de igual a igual' o en grupos, en contextos familiares, sociales, de trabajo, institucionales, de ocio, de intimidad...
- **Sentido emprendedor e iniciativa:** introducción de cambios prósperos en la evolución personal y profesional de cada individuo. Adaptación

⁵¹ Este tipo específico de competencias se abordan, en el marco conceptual **de esta** tesis, en el capítulo siguiente (§ VI.3).

positiva y enriquecedora a los cambios y a las oportunidades que se presentan en el entorno; asunción de la responsabilidad de las acciones propias positivas o negativas; desarrollo de estrategias para alcanzar el éxito.

- **Sentido y expresión cultural:** apreciación de la importancia de la expresión creativa de ideas, experiencias y emociones en un rango amplio de medios y soportes que incluyen la música, la expresión corporal, la literatura y las artes plásticas.

La adquisición de competencias se definen en términos de sus dimensiones: **contenidos** (cognitiva), **destrezas** (instrumental) y **actitudes** (actitudinal). Las competencias clave suponen tres ámbitos de realización para los aprendices: **personal** (otorgan la base mínima necesaria para un desarrollo individual propio), **social** (dotan a la persona de las capacidades para integrarse y tomar parte en la sociedad del conocimiento de una forma activa y creativa, de tal manera que pueda cooperar en el desarrollo conjunto de la sociedad) y **profesional** (le permiten adquirir cualificaciones laborales de partida y le impulsan a seguir permanentemente mejorando su proyección profesional).

Para estar al día de las orientaciones y recursos que facilita en el ámbito de las competencias clave es recomendable acceder periódicamente a la página web de la Comisión Europea en español: *European Commission > Education and training > School policy > Basic skills*.

Eurydice (2016) de la Comisión Europea es otra web que se recomienda visitar para conocer cómo se organizan y funcionan los distintos sistemas educativos en Europa. Es decir, cómo se desarrollan las competencias clave en el contexto escolar de Europa. Entre sus informes destaca (*European Commission / EACEA / Eurydice*, 2012).

Cada país de la UE es responsable de sus propios sistemas de educación y formación. Las políticas de la UE se establecen para apoyar las acciones de cada nación y establecer retos comunes a alcanzar para todas ellas (*European Commission, Strategic framework, Education & Training 2020, 2017*).

España:

Como se afirma en Valle y Manso (2013):

La Ley Orgánica de Educación de 2006, tal y como evidencia el siguiente extracto, pivota en torno al aprendizaje permanente basado en competencias (LOE, 2006):

“La educación se concibe como un aprendizaje permanente, que se desarrolla a lo largo de la vida. En consecuencia, todos los ciudadanos deben tener la posibilidad de formarse dentro y fuera del sistema educativo, con el fin de adquirir, actualizar y completar conocimientos, habilidades, aptitudes y competencias para su desarrollo personal y profesional [...] Fomentar el aprendizaje a lo largo de toda la vida implica, ante todo, proporcionar a los jóvenes una educación completa, que abarque los conocimientos y las competencias básicas que resultan necesarias en la sociedad actual (Preámbulo)”⁵².

España incorporó las competencias básicas en el currículo en el año 2006. El CNIE, en este marco y para mejorar los niveles competenciales del alumnado, puso en marcha el Proyecto de Integración Curricular de las Competencias Básicas, Proyecto COMBAS, (D'Angelo, E.; Rusinek, G., 2011)⁵³.

⁵² Los autores de la fuente indicada señalan ciertas disfuncionalidades e incoherencias internas que se encuentran en el redactado de dicha Ley: p.e. utilizar indistintamente competencias 'clave' y 'básicas', cuando no lo son; o utilizar competencias al mismo nivel, como si fuesen de la misma naturaleza, al de conocimientos, habilidades, aptitudes, etc., cuando las competencias integran estos tres conceptos; etc.

⁵³El Proyecto COMBAS (curso 2010-2011) es la primera acción del Programa de Cooperación Territorial "Consolidación de las competencias básicas como elemento esencial del currículum", una iniciativa del Ministerio de Educación destinada a mejorar el desarrollo de las competencias básicas de la población escolar española en colaboración con las comunidades autónomas, acorde con los actuales planteamientos sobre educación y formación de la Unión Europea.

La situación en España es más compleja, ya que se encuentra en un cambio de ley de educación: de la LOE a la LOMCE.

a) LOE

En el Anexo I del Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación primaria, se definen las competencias básicas, se describen y se hace explícitas sus finalidades.

La LOE identifica ocho competencias básicas que integra en el currículo:

- Competencia en comunicación lingüística.
- Competencia matemática.
- Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.
- Tratamiento de la información y competencia digital.
- Competencia social y ciudadana.
- Competencia cultural y artística.
- Competencia para aprender a aprender.
- Autonomía personal.

b) LOMCE

El nuevo currículo (Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria) define las competencias como capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos. Además, establece que para una adquisición eficaz de las competencias y su integración efectiva en el currículo, deberán diseñarse actividades de aprendizaje integradas que permitan al alumnado avanzar hacia los resultados de aprendizaje de más de una competencia al mismo tiempo.

La LOMCE apuesta por siete, no ocho, competencias clave, Fig.5.11a, que son 'ligeramente' diferentes a las de la LOE, que además eran 'competencias básicas'.



Fig.5.11a.- LOMCE: Competencias clave en Educación primaria y secundaria.

Fuente: Elaboración propia, a partir de la web LOMCE Ministerio de Educación.

La infografía de la Fig. 5.11b muestra las características principales de cada una de ellas.

Algunos trabajos significativos publicados, en relación con las competencias básicas son: la ya citadas de la Comisión Europea (2007); y las siguientes: Junta de Andalucía (2012), AQU_Cataluña web, (2009), M^a Isabel Viana Oltra (2007). El Ministerio, en relación con las competencias clave, publicó la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero de 2015, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.



Fig.5.11b.- LOMCE: Competencias clave en Educación primaria y secundaria

Fuente: MECD, web LOMCE Ministerio

Para terminar con este subapartado se hacen **algunas consideraciones** para intentar orientar la salida del laberinto, en el que anteriormente se indicaba que se encontraba la educación, al menos en España:

- Existe una confusión conceptual entre competencias clave y competencias básicas; se tendría que incidir en las primeras, más que en las segundas, como hace la UE.
- En estos momentos la educación en estos niveles, y en el bachillerato, se rige por la LOMCE; aunque es cierto que hay incertidumbre en su aplicación, tanto actual como futura.
- El tránsito de una educación curricular a una educación basada en competencias (si es hacia donde se va), posiblemente, no se ha

planificado bien, ni se ha explicado a la sociedad ni a los practicantes⁵⁴, ni se ha financiado adecuadamente, ni se ha formado al profesorado (a pesar del proyecto COMBAS, lanzado con ocasión de la LOE)⁵⁵ que la va a impartir. Esto es cierto, tanto si se habla de la LOE como si se hace de la LOMCE⁵⁶.

- La integración curricular de las competencias es un tema no resuelto, así como la identificación (indicadores) y evaluación de las mismas. Esta situación es más difícil de llevar a cabo a medida que se progresa en los niveles educativos formales, en los que los conocimientos cognitivos e instrumentales son cada vez más importantes y prioritarios. Tampoco lo está el desarrollo progresivo de las competencias (quizá con la excepción de las asociadas a los conocimientos específicos de cada materia) a lo largo de los distintos niveles y entre niveles.
- La percepción de los docentes es que existen demasiados cambios normativos, pero –quizá lo relevante no es solo esto– lo peor es que todos ellos suelen centrarse en cuestiones que no suponen reflexionar sobre la calidad de los aprendizajes de los estudiantes españoles.
- El desarrollo adecuado de la política de las competencias clave exige comenzar replanteando la formación inicial y permanente del profesorado y hacer una apuesta política compartida con el conjunto de la comunidad educativa.
- Como señalan Valle y Mansó (2013): “no se puede renunciar a que la comunidad educativa comprenda que las competencias clave pretenden

⁵⁴ Maestros y profesores.

⁵⁵ Todo ello a pesar que el Ministerio ha llevado a cabo el ‘ambicioso’ programa formativo, ya citado, llamado COMBAS, coordinado por la Asociación de innovación educativa PROYECTO ATLÁNTIDA con más de 150 centros de Primaria y Secundaria de toda España (realmente son pocos, contando con los que hay en España), y del que se han publicado muchos materiales que son accesibles.

⁵⁶ la Ley Orgánica de Mejora de la Calidad de la Educación (LOMCE), apenas está abordando cambios significativos en comparación con la LOE en la manera de afrontar la cuestión de las competencias.

ayudar a construir un marco para mejorar la igualdad de oportunidades de los ciudadanos europeos”.

En este momento Europa, España y, por supuesto, Canarias están pasando por un momento de impulsar una educación y formación eminentemente **STEM**. Es decir, basada en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, en detrimento de las ciencias sociales, humanidades y la filosofía. Este hecho es adicional, o no tanto, al debate acerca de las competencias y de la educación necesaria para el siglo XXI. La reflexión y posicionamiento acerca de este tema no corresponde a la investigación de esta tesis.

Canarias

Cada Comunidad Autónoma, en función de sus competencias legislativas en materia de educación, ha diseñado y priorizado su propio elenco de competencias clave (ver la web de la Consejería: en la pestaña competencias).

En el caso de la LOMCE, Canarias ha optado por las indicadas en las Fig.5.11, a y b. En la página web anteriormente indicada se incluyen: ¿Qué son? (competencias clave), Orientaciones, y Materiales y recursos. Así mismo tiene un página dedicada a la LOE (competencias básicas).

El Gobierno de Canarias, a través de a D.G. de Ordenación, Innovación y Promoción Educativa, ha elaborado un documento sobre: “Orientaciones para la descripción del grado de desarrollo y adquisición de las competencias básicas”, que como su nombre indica se refiere a las competencias de la LOE.

Su Decreto 315/2015, de 28 de agosto, establece la ordenación de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias. La Orden de 21 de abril de 2015 regula la evaluación de la promoción del alumnado que cursa la etapa de la Educación Primaria.

A nivel de programaciones y de guías docentes ya se elaboran excelentes documentos de integración curricular de las competencias y de su evaluación; ahora es necesario progresar en su aplicación en el aula y fuera del aula.

V.7.- Una propuesta desde la visión de esta investigación teórica

Como consecuencia de todo lo tratado hasta ahora, y de la reflexión personal y colaborativa, se presenta la propuesta de un marco de competencias que haga posible la adquisición, desarrollo y actualización del talento personal de cada persona.

Se trata de un constructo en continua elaboración y desarrollo, en el que no es necesario, en este momento, entrar en detalles de sus componentes y subcomponentes. Se trata de un avance que siempre es más fácil como constructo académico que en su puesta en acción. La evaluación real será, que más o menos desarrollado teóricamente, se aplique y le dé resultados positivos a cada persona, en relación con sus expectativas, creencias, y propósitos. En unas palabras, que le haga 'sentirse feliz consigo misma', respetando la felicidad de los demás.

Es una propuesta para personas que han superado la etapa de la formación inicial y para practicantes que orientan la educación y formación de las generaciones más jóvenes.

Para ir fijando ideas se presenta en varias figuras, desde perspectivas distintas complementarias. En la Fig. 5.12. se representa el espacio de la educación y la relación de la persona con el mismo.

Las tres grandes metacompetencias forman el 'círculo virtuoso' dinámico del desarrollo personal. Una vez en movimiento se puede partir de cualquiera de ellos; no obstante, parece lógico iniciar el proceso en el superior izquierdo. Se trata de una perspectiva centrada en el aprendiz o aprendedor.

Los tres 'círculos virtuosos', de la Fig. 5.12, se corresponden⁵⁷ con las tres inteligencias de J. A. Marina: inteligencia generadora o computacional; inteligencia ejecutiva e inteligencia triunfante, cuyo conjunto determina el talento del ser humano (§ III.5.3.).

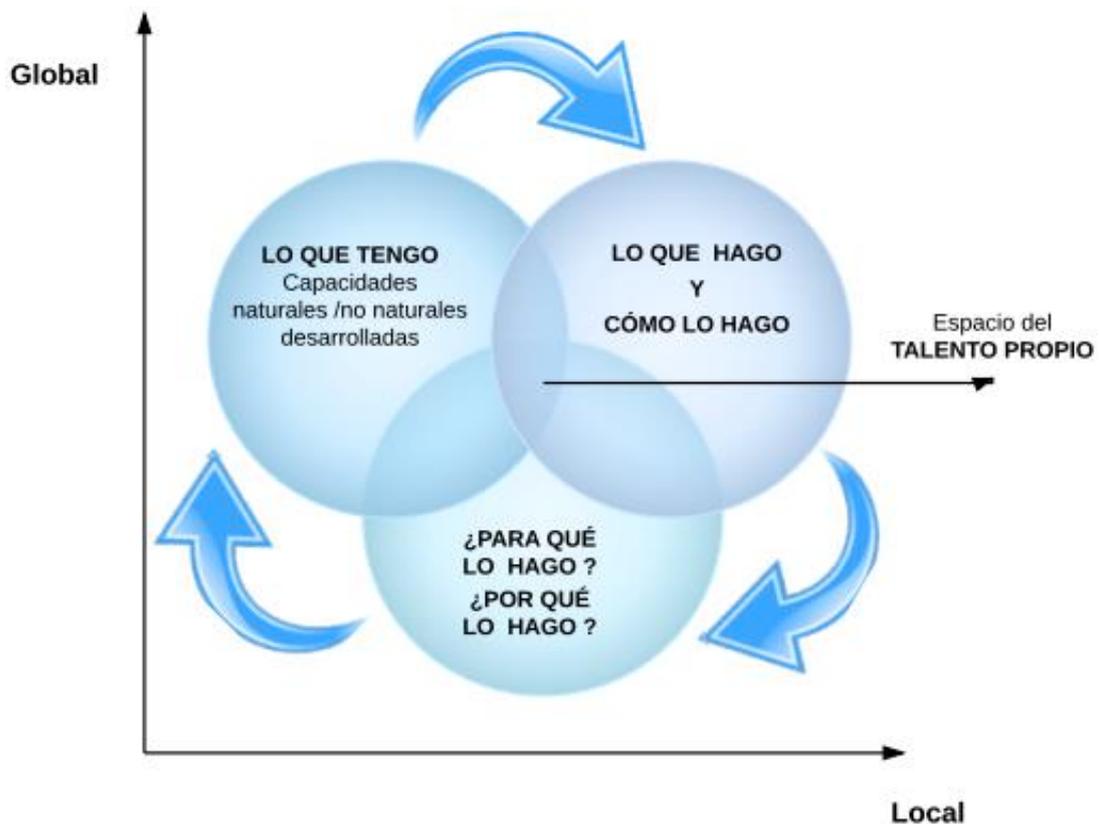


Fig.5.12.- El espacio bidimensional de la educación para el siglo XXI.

Fuente: Elaboración propia.

Este sencillo mecanismo se les podría adaptar, para su comprensión, a los niños, adolescentes y jóvenes; sin importar las respuestas que se obtengan al tercero de los círculos individuales. Indudablemente las preguntas y respuestas cambiarán con cada generación y con la persona con la que se interactúe.

⁵⁷ Aunque no en una correspondencia unívoca, ni biunívoca o de uno a uno; sino que más bien los tres aspectos de J.A. Marina están distribuidos asimétricamente entre los tres círculos.

Su debate da pie a explicar las competencias para la vida y para la ciudadanía, y a desarrollar otras de las consideradas como básicas o clave, que se insiste en que no son lo mismo.

La educación actúa en los tres círculos, aunque de forma esencial e inicial en el primero de ellos. Este se puede considerar formado por seis clústeres de competencias, agrupados en dos grandes categorías, que a efectos de análisis se han denominado: a) de competencias para la vida y el trabajo; y b) competencias para el desarrollo de ser humano, Fig. 5.13.

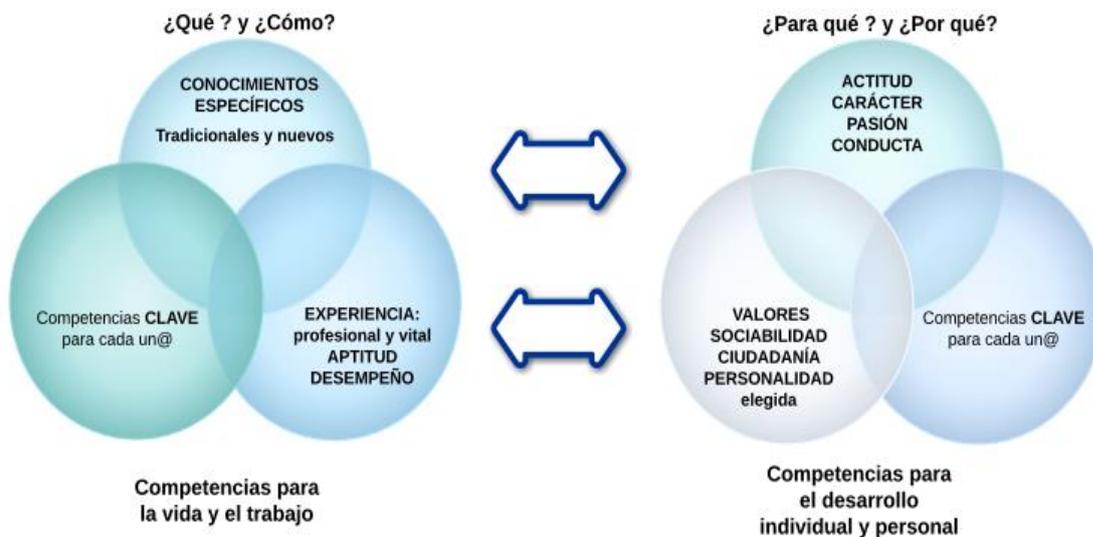


Fig.5.13.- Clústeres de competencias, que forman el círculo: ¿lo que tengo?

Fuente: Elaboración propia.

En el mundo del trabajo se suelen diferenciar cinco categorías de competencias⁵⁸:

- a) competencias duras (*hard skills*),
- b) competencias blandas (*soft skills*): competencias interpersonales,

⁵⁸ Que la literatura del campo, de influencia USA, prefiere denominar *skills*, en vez de *competencias* o *competences*, situación ya comentada en este capítulo.

- c) competencias blandas (*soft skills*): competencias personales de autogestión y control,
- d) actitud en el trabajo, y
- e) las asociadas al profesionalismo, (Han, 2016).

Las competencias duras, en la Fig.5.13, son –fundamentalmente– las que aparecen en las categorías de la izquierda de la misma. Las blandas las que figuran a la derecha. Las ‘duras’ están asociadas a los conocimientos y destrezas específicas de una disciplina o ‘carrera’, necesarias para graduarse o para desempeñar una profesión o un trabajo. Las ‘blandas’ están asociadas con el ser humano, como individuo y como persona, independientemente de sus conocimientos específicos de una materia. En la educación inicial estas competencias se suelen denominar, también, transversales o ‘competencias para la vida’; aunque, como se verá, también existen competencias clave ‘duras’ que son transversales, en una situación intermedia entre ‘duras’ y ‘blandas’.

Para que la definición de estas últimas no quede tan vaga, es importante especificar a qué aspectos del ser humano se refieren⁵⁹. Para simplificar se identifican los siguientes grandes grupos:

- a.- **Competencias y habilidades como persona, en relación con los demás:** son las utilizadas para interaccionar con otras personas en el trabajo⁶⁰, en la vida social y en las comunidades de pertenencia, tanto en el rango de los superiores, de los iguales y de los que se encuentran

⁵⁹ Y del que en este marco conceptual se hecho referencia en capítulos anteriores.

⁶⁰ No hay que olvidar que la referencia utilizada como ilustración se refiere en las competencias ‘blandas’ para el trabajo; en una concepción más amplia se tendría que añadir: en la vida social y en las comunidades de pertenencia, sin distinción de rangos sociales o de otro tipo.

dependiendo de uno mismo⁶¹. Incluyen, por ejemplo, las de comunicación y las competencias y destrezas interpersonales.

b.- Competencias y habilidades como individuo, o de gestión/control de uno mismo: fundamentalmente el manejo de la percepción acerca de uno mismo y su reacción ante circunstancias adversas e imprevistas. En ellas están incluidas las asociadas a sus capacidades emocionales, empatía, su carácter, personalidad, etc.

c.- Actitud en el trabajo: es decir su temperamento y perspectivas en el trabajo; sus valores éticos y morales en el trabajo, su actitud y flexibilidad en diferentes circunstancias, contextos o entornos, su voluntad y disponibilidad, positivismo y tolerancia, etc.

d.- Profesionalismo: su acepción y adecuación con la cultura corporativa de la organización, su comportamiento en el trabajo, etc.

Como ejemplos de competencias y habilidades clave, Fig. 5.13, se **seleccionan para esta investigación teórica** cinco competencias ‘duras’ y cinco ‘bandas’; además de las tres siguientes:

- Cada persona pueda y sepa encontrar su Elemento y desarrollar su talento natural.
- Capacitación lingüística y cultural en una segunda lengua, como herramienta esencial para ‘sobrevivir’ en la doble dimensión de la educación: global y local.
- Comunicación mediante diversos soportes, incluyendo los medios digitales.

⁶¹ Es decir bajo su jerarquía.

1.- Competencias clave 'duras':

- Aprender a pensar (razonamientos no solo lógicos). Pensamiento crítico, innovador y adaptable.
- Aprender a aprender, a desaprender y a reaprender.
- Creatividad e innovación para el emprendimiento e intraemprendimiento.
- Digitales: gestión de la información⁶², y pensamiento computacional.
- Resolución colaborativa de problemas complejos. «Transdisciplinariedad»⁶³.

2.- Competencias clave 'blandas':

- Valores éticos universales.
- Aprender a vivir en comunidad: ciudadanía.
- Dialogar: flexibilidad con creencias fuertes.
- Responsabilidad, esfuerzo y pasión.
- Educación continua del carácter.

Desde la perspectiva escolar estas competencias y destrezas (esenciales en las etapas iniciales de desarrollo de los niños, adolescentes y jóvenes) -y distintas de las estrictamente relacionadas con los diferentes dominios académicos- reciben nombres diferentes: inteligencia emocional, *grit* (pasión y perseverancia), competencias no cognitivas, *mindfulness*, 'conocimiento social', etc.; todas ellas con detractores y defensores. En el ámbito escolar, a nivel del grado K12, la denominación más popular es la de *social and emotional learning (SEL)*, (Grocott, 2015).

A partir de todo lo anterior, es posible definir un macro marco formal más simple, en el que las componentes de cada clúster de competencias se vayan rellenando a medida que se precise (bien por una organización educativa concreta o por un ser humano a nivel individual, en el desarrollo de su

⁶² Información management y Content curator, entre otros aspectos.

⁶³'Transdisciplinariedad': principio para la unidad del conocimiento, más allá de las disciplinas. Palabra no reconocida por la RAE, que prefiere el uso de Interdisciplinariedad.

autonomía vital), Fig. 5.14. Este es muy adecuado para los niveles educativos de las generaciones más jóvenes.



Fig.5.14.- Clústeres de competencias, para niños, adolescentes y jóvenes.

Fuente: Elaboración propia a partir de a propuesta de *Asia Society*.

Este marco es semejante al desarrollado por la *Asia Society* en su proyecto *Global Cities Education Network* (Soland, Hamilton, and Stecher, 2013).

A medida que el ser humano se va desarrollando, llega un momento que él mismo puede seleccionar su propio marco de competencias clave, básicas, transversales y profesionales. Posiblemente se llegue a que cada persona tenga su propio porfolio (tangibile o mental) de competencias certificadas (Barberà, Bautista, Espasa y Guasch, 2006) que sustituya con creces a los actuales CV.

En el capítulo siguiente, último de esta investigación teórica, se dedica a la macro competencia desarrollada en este caso de estudio en el aula: **desarrollo del pensamiento computacional**, un clúster de competencias que incorpora, entre otras, las siguientes:

- Comunicación.
- Resolución colaborativa de problemas.
- Creatividad.
- Colaboración.
- Pensamiento crítico.

Los capítulos VII, VIII y IX de esta tesis se dedican a la investigación empírico-teórica y práctica) desarrollada acerca de las mismas.

V.8.- Conclusiones

a.- Este capítulo desarrolla algunos aspectos tratados en (§ III.5.3.). De esa forma se avanza en definir una **educación centrada en la persona**, en el aprendedor, que es característica clave de la propuesta de la investigación teórica.

Desde el punto de vista de un posible nuevo paradigma (Capítulo I y IV) emerge un hecho esencial (aunque no único, ni bien resuelto por el momento): las personas, para considerarse competentes en el siglo XXI, deben “utilizar de forma combinada los conocimientos, destrezas, aptitudes y actitudes [y valores] en el desarrollo personal, la inclusión y el empleo” (Comisión Europea, 2004). La tendencia, por el momento, es que es necesario aprender a lo largo de la vida no solo conocimientos específicos, sino también otro tipo de capacidades no estrictamente cognitivas.

En este capítulo V se desarrollan los nuevos aspectos (englobados bajo el nombre genérico de competencias), así como las tendencias existentes en el mundo, en cuanto a su identificación, priorización y puesta en acción.

b.- Las necesidades de educación son diferentes para las distintas generaciones (§ II.1.2.) y en las circunstancias individuales dentro de cada una de ellas. A las objeciones conocidas, acerca de caracterizar por rasgos comunes a una generación, aún en un mundo globalizado, hay que añadir que se les han asignado características diferenciales que se ponen en duda, a pesar de tratarse de un pensamiento bastante generalizado. Por ejemplo: es el caso de las generaciones **Z** y **α** (Tabla 2.1), a las que se les considera, de manera generalizada, “nativos digitales”; en el capítulo VI se aborda esta cuestión en el apartado, de título significativo, “Los niños y adolescentes, ¿son realmente ‘nativos digitales’?”.

c.- Desde la perspectiva de esta investigación, resulta adecuado distinguir dos cohortes de seres humanos (individuos y personas):

- I. **Niños, adolescentes y jóvenes.** Los conocimientos y competencias les son impuestos, fundamentalmente, por el sistema de educación formal inicial que siguen: **educación bajo oferta**. Su personalidad es la dada (herencia genética), que se refuerza o debilita, y comienza a desarrollar la personalidad aprendida. Sus entornos tradicionales (padres, familia, amigos) están en crisis y aparecen otros nuevos (p.e.: redes sociales). Es el ámbito propio de la educación formal.
- II. **Jóvenes mayores, adultos y mayores.** Son capaces de elegir los conocimientos y competencias que necesitan, ya que poseen una educación inicial que han seguido hasta un cierto nivel: **educación bajo demanda**. Su personalidad, además de los dos tipos anteriores, se enriquece con la personalidad elegida. Sus entornos de aprendizaje nuevos son fundamentalmente la empresa u organización en la que trabajan y su capacidad de autoaprendizaje en entornos virtuales e híbridos. Es el ámbito propio de la educación no formal e informal.

Queda la cohorte de **personas excluidas, o en riesgo de exclusión**, que hay que integrar mediante la educación 'para la vida y para el trabajo' (conseguir un desarrollo inteligente, sostenible e integrador).

d.- Acerca de cuándo y qué hay que aprender. Sin saber, todavía, lo que es necesario aprender, de manera escalonada y jerárquica, a lo largo de la formación inicial y la permanente a lo largo de la vida, lo cierto es que hay que aprender más cosas (y diferentes) que hasta ahora, aunque hay que hacerlo a lo largo de más tiempo.

Los responsables de las políticas públicas de educación en España, y en Canarias, deben ser conscientes de este hecho; como deben serlo los organizadores y planificadores de la docencia, así como los profesores en las aulas y fuera de ellas.

Es necesario, más que nunca, identificar y priorizar lo que es importante en cada etapa y curso. Es imprescindible la planificación y coordinación de objetivos de aprendizaje, horizontal y verticalmente, y nuevos procedimientos de evaluación adecuados a aquellos objetivos.

La educación, en todo el mundo, se encuentra en un laberinto, en una encrucijada, motivada por la incertidumbre del camino a seguir en un momento en que muchas cosas están cambiando. A ello contribuye el cúmulo de situaciones en que: o bien un mismo concepto se denomina mediante dos palabras distintas, que no significan lo mismo, o bien dos conceptos diferentes se nombran bajo una misma palabra.

Un caso típico de todo ello es el 'arsenal' lingüístico relacionado con las competencias; la situación se complica al ser el inglés la lengua que guía el cambio, y su difícil equivalencia cultural a palabras en español; cuando, en ocasiones, ni existe equivalente. En este sentido la labor realizada por FUNDEU es encomiable.

e.- Como definición práctica de competencias es recomendable elegir la propuesta por organismos supranacionales próximos, a los que pertenece España. Sin olvidar que cada país es responsable de su sistema educativo formal inicial: lo externo son simples recomendaciones. La diferencia de prioridades en la educación obligatoria entre diferentes países es notoria (aunque no más que sus propias diferencias culturales); en España se dan, además, entre diferentes CC.AA.

En este sentido la de la **Comisión Europea** debe ser la orientación a seguir, a un ritmo mayor que el actual. También la **OCDE** tiene una relevancia no desdeñable, y controla la aplicación de las pruebas de PISA, de tanto impacto en la opinión pública; además de orientar las competencias para el trabajo en la nueva sociedad.

No obstante, en el nivel de sus posibilidades y prioridades, cada C.A. y cada comunidad u organización educativa deben definir su propia seña de identidad, en cuanto a la orientación, prioridades y su plasmación en la educación que quieren ofrecer a sus aprendedores.

f.- Al hablar de competencias existe otro laberinto, ya que las hay de diferentes categorías, según diversas clasificaciones, y que obedecen a finalidades concretas. Así se habla, entre otras, de:

- Competencias genéricas:
 - Clave
 - Básicas
 - Transversales
 - Transferibles
- Competencias cognitivas específicas ('duras')
- Competencias instrumentales
- Competencias interpersonales ('blandas')
- Competencias personales ('blandas')

En cuanto a la finalidad concreta, se han propuesto para:

- El trabajo y profesiones concretas
- La vida.
- La formación a lo largo de la vida.
- La supervivencia 'en el siglo XXI'.
- El desarrollo individual y personal.
- Grados y niveles concretos del sistema educativo formal.
- Carreras universitarias concretas.
- Profesores, en distintos niveles, del sistema educativo.

Todo ello hace que para hablar de competencias haya que establecer su finalidad, con una **visión a largo plazo** (como cuando se habla de formación a lo largo de la vida) y con una **visión a corto plazo** (fruto de necesidades inmediatas e impuestas, generalmente, por el sistema formal seguido). Lo ideal es que ambas estén alineadas, lo cual depende más del Centro donde se curse la formación que del BOE, y sobre todo de la actitud y aptitud de los profesores que la impartan. Se cree necesario que se dé esta orientación a los aprendedores, en cada nivel de su formación, independiente de la selección realizada de las competencias.

La formación inicial del profesorado en esta línea es una cuestión importante, urgente, compleja y a la par difícil. No es todo cuestión de financiación, que también lo es. Aunque una cuestión es lo teórico, lo académico, lo ideal, y otra lo posible y lo real.

g.- Existen, a nivel global, **diferentes modelos de competencias para 'el siglo XXI'**, propuestos por organizaciones públicas y privadas. Entre ellas se seleccionan:

- a.- *ATC21S*.
- b.- *P21*.
- c.- *CCR*.

Las mismas pueden servir de orientación, a la hora que una comunidad u organización educativa elija las suyas propias que definan su identidad.

Al analizar cualquiera de los modelos existentes hay que tener en cuenta la metodología seguida para su desarrollo, las propuestas de cómo evaluarlas (las rúbricas, normalmente), la planificación a lo largo del proceso de formación y su integración en el mismo junto con los conocimientos específicos 'obligatorios', con el objetivo de adaptarlo al contexto y entorno propios. El modelo *ATC21S*, en este sentido, es uno de los más elaborados, y es conveniente conocerlo.

h.- Educación basada en competencias vs. Educación basada en disciplinas (tradicional). Por el momento, el modelo de aprendizaje no es el de una EBC, sino el de uno tradicional al que se han 'añadido' las competencias; y en el que hay más de voluntad y de deseo que de realidad. Esta situación es especialmente crítica en la educación superior, en la que existen muchas preguntas y dudas que no han sido resueltas por el momento.

Se trata de cómo integrar las competencias seleccionadas en la estructura curricular de una carrera y de cada curso; cómo orientar y articular el aprendizaje de contenidos con el aprendizaje de competencias específicas o genéricas; de cómo valorarlas y evaluarlas, si cada materia es un mundo en sí misma, con poca relación y coordinación con las restantes; poca preparación y habituación del profesorado en estas componentes del aprendizaje; etc. Todo ello sin menoscabo de que se confeccionen excelentes guías docentes para cada asignatura, curso y nivel educativo.

En la educación primaria, secundaria, bachillerato y grados de FP se ha avanzado más que en la enseñanza superior, aunque queda camino por recorrer y mejorar. Como realidad contrastable, el aprendizaje y puesta en acción de competencias es más simple cuando menor es el grado educativo en

que se den. De cualquier modo la educación que se imparte en estos niveles tampoco es una educación basada en competencias.

i.- Caso de Canarias. Los centros públicos y concertados siguen las competencias exigidas por la normativa estatal. Los privados tienen una mayor capacidad para modular las competencias que se ajusten y definan a su identidad. Sin embargo, cuando llegan pruebas para acceso a la universidad (las antiguas PAU o las nuevas EBAU) se centran en la normativa pública, en un posicionamiento que se entiende desde el punto de vista pragmático. Lo mismo ocurrirá cuando se apueste, si llega el caso, por la puesta en práctica de las 'reválidas' que contempla la LOMCE.

La Consejería de Educación está haciendo un esfuerzo, que requiere de un ritmo mayor de aplicación, eficacia/eficiencia, y seguimiento, ya que en la sociedad actual el ritmo de cambio en el exterior y en el interior de una organización están relacionados; no basta la mejora de uno mismo, que en sí es importante, sino también en cuanto han mejorado los demás.

Existe un aspecto de fondo que habría de plantearse: ¿se debe educar desde una perspectiva local (regional) o desde una perspectiva más global? La cuestión que subyace es que si todas las personas que se eduquen y formen van a poder desarrollar su trabajo en Canarias o deberán contemplar también otros entornos, sin perder su vinculación y compromiso personal con 'su tierra'.

En Canarias (en todas las islas) existen centros públicos, concertados y privados, que están desarrollando una tarea innovadora en la integración de las competencias en el modelo tradicional, implicando en el mismo a una o varias 'asignaturas' o 'materias'. Una apuesta eficaz para el cambio sería identificar a estos profesores/as y/o centros, ayudarles a emerger, difundir su trabajo, conectarlos entre ellos, formando una red que impulse, siendo motor y hélice del cambio que se necesita. Si han sido capaces de hacerlo por su propia

iniciativa, sin esperar financiación extra (que luego han encontrado) ni cambios en el BOC, mucho mejor lo harán con la ayuda y apoyo oficial.

Para la integración de las competencias, además de la acción anterior, habría que actuar de forma inmediata y adecuada en la formación inicial del profesorado de los niveles no universitarios, a través de las facultades de educación de las dos universidades públicas canarias.

Canarias, además, debe cumplir con los retos educativos que tiene planteados, especialmente con los establecidos en Europa 2020. No hay que olvidar un reto 'endémico' a erradicar, y es que el llamado 'fracaso escolar' se esconde⁶⁴ en primaria (Rodríguez de Paz, La Vanguardia, 2012), (*SchoolEducationGateway*, 2015).

j.- Nuestra propuesta: el largo y el corto plazo. El capítulo termina con una propuesta propia de un espacio bidimensional para la educación, Fig.5.12, como visión a largo plazo, que no obstante se puede mostrar y contrastar con niños, adolescentes y jóvenes, y que sirve también para la segunda cohorte del punto c de estas conclusiones parciales, aunque desde una perspectiva distinta a la cohorte primera.

En el corto plazo se apostaría por las siguientes competencias transversales genéricas:

- Adquirir unos pocos y asentados valores éticos universales.
- Que cada persona pueda y sepa encontrar su Elemento y desarrollar su talento natural.
- Aprender a pensar; a resolver y abordar colaborativamente problemas complejos.

⁶⁴ Según los estudios internacionales *Timms* y *Pirls*.

- Desarrollar pensamiento crítico, para saber crear, gestionar y evaluar información y conocimiento en distintos soportes.
- Aprender a aprender, a desaprender y a reaprender.
- Creatividad e innovación.

Todas ellas con capacidad y voluntad para pasar a la acción y dirigir esta en base a los valores éticos adquiridos. Estas competencias deben estar acompañadas de las cognitivas específicas, tanto tradicionales como nuevas. Todas ellas en su justa medida, con equilibrio y flexibilidad.

Finalmente quedaría una pregunta: **¿Qué ocurre con las competencias digitales, puesto que la sociedad actual tiene mucho de digital?** En el siguiente, y último, capítulo de esta investigación teórica se abordará esta cuestión, dando una posible respuesta, sin pretender ni que sea la única ni que sea la mejor. Y ello tanto por la relevancia de lo digital en la sociedad del conocimiento, como por la orientación empírica de esta tesis.

Capítulo VI

El Pensamiento Computacional es más que
aprender a programar

CAPÍTULO VI
EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL ES MÁS
QUE APRENDER A PROGRAMAR
A MODO PREVIO

Este capítulo, junto al anterior, son los dos más relacionados **directamente** con la parte empírica de esta tesis doctoral. Ahora bien, son consecuencia y tienen razón de ser por el planteamiento y orientación de los cuatro primeros, que fijan el propósito de la educación y la formación de las personas en/para el siglo XXI, se le llame de este modo o de otro, y de cómo implementarla en el seno de la nueva sociedad que emerge (que se ha denominado del conocimiento) y en el entorno propio en que lo hace (VUCA).

Está orientado, por este orden de prioridad, a los niños, adolescentes y jóvenes en su periodo formal de educación escolar.

Trata de algo que subyace en todos los capítulos anteriores, aunque no se había abordado todavía de forma específica y concreta: la revolución tecnológica de las TIC¹ y el impacto del hecho digital, que afecta a la forma como se vive, se trabaja, se comunican las personas, ocupan el tiempo a libre... y como estas aprenden.

Los tres primeros apartados se orientan a la adquisición de las competencias digitales básicas o esenciales que se deben aprender y desarrollar en esta etapa de la vida de las personas. En ellos se plantea una cuestión que a menudo

¹ Que es una revolución tecno-socioeconómica-educativa-cultural.

se da por admitida sin más: ¿Son los niños, adolescentes y jóvenes verdaderos 'nativos digitales' que nacen 'aprendidos'?

En los tres últimos apartados se plantea la situación de una competencia (macro) específica por la que se ha apostado, que excede al uso de la tecnología: el pensamiento computacional. En realidad se trata de una forma de pensar y de abordar/solucionar problemas a priori complejos²; un trabajo a realizar tanto individualmente como de forma colaborativa, favorecido por el uso adecuado de las tecnologías.

Desarrollar el pensamiento computacional es más que aprender a codificar o a programar, aunque estas habilidades se pueden utilizar para desarrollar dicho tipo de pensamiento.

Se trata de un campo que todavía tiene bastantes interrogantes (preguntas por resolver, de forma más o menos consensuada) y líneas abiertas, aunque se ha comenzado a desarrollar ya en escuelas y centros escolares de todo el mundo. Cada uno, haciendo lo que puede y sabe, va abriendo camino.

² La complejidad puede ser tanto objetiva como subjetiva de cada persona, en función de una serie de factores y aspectos.

VI.1.- Una sociedad digital: ¿'todo' ha cambiado?³

En (§ 1.2.) se incluyeron diversos nombres que se utilizan para caracterizar a la sociedad posindustrial; entre los mismos no se incluyó, por ser poco relevante desde la perspectiva filosófica, sociológica, y antropológica, el de **Sociedad Digital**. No obstante, se indicó su relevancia desde la perspectiva educativa y pragmática, e incluso vital y laboral.

Aunque solo se introdujo esta denominación (Fig.1.1. el contexto del Capítulo I), sí que se hicieron reflexiones acerca de la misma al tratar de la sociedad posindustrial en general y de la sociedad red en particular.

Según el visionario de la tecnología digital y de los computadores Alan Kay (2008), (Greelish, 2013), a un conocimiento técnico se le llama 'tecnología' cuando 'es posterior a nuestro nacimiento'⁴. En cuanto al uso del término 'ordenador' o 'computador' es conveniente acceder a (Sánchez, 2015) en su entrevista al Prof. A. Vaquero.

Desde la perspectiva educativa y pragmática se considera pertinente seguir el planteamiento que hace Genís Roca (2017)⁵ en un capítulo del libro que es esencial para abordar el siguiente apartado de este capítulo⁶, y al cual se volverá. G. Roca también es el autor de una presentación TEDxGalicia (2012), que conviene visualizar; en ambos aborda el alcance del término sociedad digital desde una perspectiva adecuada a este marco conceptual.

³ Este apartado se basa (se apoya como punto de partida) en el capítulo de Genís Roca en la referencia que se cita en el mismo, y son fruto de la reflexión, selección y matización personal.

⁴ Technology is anything that wasn't around when you were born.

⁵ Fundador y Presidente de RocaSalvatella. Elegido en 2013 y 2014 por el periódico El Mundo como uno de los veinticinco españoles más influyentes en Internet, ha sido premiado por la patronal catalana Foment como mejor conferenciante del año. Su planteamiento hay que tomarlo como una alternativa más, para la reflexión y la toma de decisiones.

⁶ Los autores de los distintos capítulos no pertenecen a la academia, en el sentido tradicional de la acepción, no obstante son reconocidos expertos, practicantes y visionarios, cuya opinión, inmediatez y experiencia añaden frescura a intervenciones más teóricas, que por otra parte pueden, a pesar del rigor académico, ser poco realistas y pragmáticas. Se trata de una visión y aportación característica y muy necesaria de la nueva época, con un lenguaje que llega mucho al gran público, por ser claro y nítido.

Para G. Roca la 'tecnología' es el "conjunto de conocimientos técnicos que permite a la humanidad una mejor adaptación al medio ambiente y, sobre todo, satisfacer necesidades y deseos esenciales"... "con el tiempo la palabra 'tecnología' ha quedado reservada...a lo más novedoso"... "se descarta para referirse a aquello que ya hemos normalizado".

Como se decía en (§ I.1) nos encontramos en una época de cambio de era, que algunos atribuyen al cambio tecnológico que está ocurriendo, como ya pasó en otras épocas de la humanidad. El posicionamiento, desarrollado en el Capítulo I de este marco conceptual, es que la revolución tecnológica a la que se está asistiendo es muy importante, aunque no es la única causa de los cambios que están ocurriendo y que están cambiando la sociedad. Todas ellas están concatenadas e interaccionan como un sistema reticular de geometría y jerarquías variables.

Se está viviendo, como se decía en el Capítulo I, el final de la sociedad industrial y el comienzo de lo que será la 'sociedad digital', en la que todo, o casi todo, "será reconsiderado y redefinido". Situación de la que no hay que asustarse, ya que nuestros antepasados vivieron momentos semejantes y salieron adelante.

Como señala G. Roca: el cambio va rápido,

pero probablemente aún nos queden otros treinta y cinco o cuarenta años hasta que se asiente nuestro nuevo modelo social, productivo, cultural, económico, político, educativo, laboral, jurídico, ... **Todo, todo queda afectado** cuando el mundo se rige a partir de nuevas capacidades con tanto poder de transformación.

Nos encontramos ante el privilegio de "**poder volver a definirlo todo**", "todo está sujeto a reconsideración"⁷. La base del fenómeno digital es el cambio en los

⁷ Afirmaciones quizá un tanto rotundas, y de las que no se deduce que nada de lo anterior sirve ya.

sistemas de transmisión de información; esta novedad técnica permite repensar muchos sectores de actividad, y ya hay muchas pruebas de ello con éxito, si se saben aprovechar las nuevas oportunidades que ofrece la tecnología digital (Roca, 2017).

Ahora bien, el cambio no se reduce a cambios técnicos e informáticos, sigue afirmando G.Roca, y de los que cita diferentes ejemplos en distintos campos de actividad, sino que **“cada vez es más evidente que en la transformación digital hay un sustrato cultural tanto o más poderoso que el puramente técnico”**. Esta visión y puntualización es tremendamente importante, y en la que en muchas ocasiones no se piensa y se actúa en consecuencia.

Por lo tanto, las personas y las organizaciones⁸ necesitan desarrollar (capacitarse, aprender) no solo **tecnologías digitales**, sino también la nueva **cultura digital** que emerge y subyace en aquellas, y de esa forma obtener ventajas competitivas. “Además de eficiencia técnica, ahora es necesario acreditar **coherencia [y valores] éticos**”.

De ahí la importancia de una educación y formación en competencias tales como gestión inteligente y crítica de la información, toma de decisiones, análisis y resolución de problemas complejos, actitud, carácter adecuado y valores éticos; es decir, de competencias genéricas transversales, muchas de las cuales son ‘blandas’.

Según G. Roca, **“la tecnología necesita ajuste social”**:

La tecnología no dicta el destino de las sociedades, es justo al contrario: cada sociedad elige sus tecnologías...La tecnología digital se está desarrollando porque queremos aumentar nuestra capacidad relacional y queremos cambiar cómo se transmite la información. Queremos comunicarnos de manera síncrona, acceder a todo tipo de información

⁸ Quienes estén dispuestos a reconsiderar sus procesos y su actividad.

desde cualquier sitio y en cualquier momento, y escalar nuestra capacidad de colaborar y compartir. Ya no podemos resolver nuestras necesidades de conocimiento si nos limitamos a un número pequeño de nodos... La información se ha vuelto central en nuestra sociedad, **y la digitalización empieza a ser un requerimiento para ser competente, tanto social como profesionalmente.**

Una visión y perspectiva más global y sociológica de la sociedad digital se puede encontrar en *Socialnomics* (Qualman, 2013); D. Reig (2012) también tiene un libro, *Socionomía*, con esta orientación. En el mismo introduce un concepto de 'redes sociales' que excede a un mero reflejo de las redes sociales tradicionales en su versión online. "Los sitios de redes sociales alientan el desarrollo de nuevas formas, más potentes que nunca antes, de interrelación entre seres humanos, de sociabilidad".

Socionomía significa también, desde este contexto, sociedad aumentada: servicios de redes sociales, dispositivos móviles que nos mantienen conectados de forma permanente, proporcionan una capa adicional a la realidad que amplía y aporta infinitos matices a algo que nos es tan propio como la sociabilidad.

Se trata de un camino con riesgos, como ha pasado con la introducción de tecnologías anteriores. "Toda nueva tecnología requiere una fase de adaptación, de prueba y error, que no todo el mundo resuelve con la misma eficacia ni con los mismos resultados". Es cierto que hay riesgos, aunque también que hay oportunidades⁹.

"No sólo la ciudadanía está ocupada en esta tarea de exploración, también lo están las empresas, [organizaciones, entre ellas las educativas] y los gobiernos en su intento por descubrir cuál será el nuevo modelo".

⁹ Esta generación y la siguiente deberán desarrollar y normalizar los usos de esta poderosa tecnología.

“El actual momento tecnológico pedirá el mismo tipo de correcciones sociales [que logró la sociedad industrial], de nuevo impulsadas por grupos ciudadanos comprometidos y dispuestos a asumir riesgos”.

“Con la excusa de la **seguridad**, los gobiernos están haciendo usos excesivos y desmesurados de los actuales flujos de datos, y las empresas están en la misma tónica con el argumento de conocernos mejor y así ofrecer **servicios más personalizados**¹⁰”.

Se necesita en el siglo XXI, como ocurrió en la revolución industrial (siglo XIX y XX) con los derechos laborales y los movimientos sindicalistas, “un nuevo contrato social sobre la información”. “Se necesita que la información fluya de otra manera y que se rija por unas nuevas normas, y para lograrlo ya tenemos a ciudadanos y ciudadanas comprometidos que se enfrentan al sistema, asumiendo riesgos personales extremos”¹¹.

“El hecho digital posee connotaciones tanto tecnológicas como culturales, y todo ello tiene un calado tal que no se limitará a modificar nuestra relación con la información y redefinir algunos modelos de negocio”, que no es poco aunque es insuficiente.

Muchas de las variables que ordenan nuestro entorno se están viendo profundamente modificadas, y el resultado es que **se alteran muchas de las bases que nos definen y configuran como sociedad**: la identidad, la pertenencia, la participación, la colaboración, la autoridad, la propiedad... y también el trabajo y la riqueza.

La transición a la sociedad digital será dura, afirma G. Roca, aunque “generará nuevos puestos de trabajo, nuevos perfiles, nuevas habilidades y nuevos oficios.

¹⁰Estas son las dos ‘excusas’ que esgrimen dichos ámbitos, para justificar el abuso que se está haciendo de las posibilidades digitales.

¹¹Como ha sido el caso de Aaron Swartz, Edward Snowden, Wikileaks, papeles de Panamá, la red de EIC (*European Investigative Collaborations*), *Football Leaks*, *Bahamas Leaks*, etc.

Pero también generará paro”¹². La Inteligencia Artificial, la Robótica de 2ª generación, la Realidad Aumentada, la Realidad Virtual, la Realidad Mixta, la *IoT*¹³, el *Big Data*, los vehículos aéreos y marinos no tripulados, los drones (un tipo de UAV), etc. abren nuevos campos y posibilidades, imparables y nuevas, de consecuencias y oportunidades desconocidas por el momento. La última propuesta de Bill Gates en una entrevista (Delaney, 2017) de hacer pagar impuestos a los robots que destruyan empleos va más allá de una noticia anecdótica, ya que con menos empleo, los actuales modelos de prestación social no serán sostenibles. En un momento además en el que las previsiones científicas auguran que los seres humanos vivirán cada vez más y mejor.

Otra dimensión relevante de la sociedad digital, aunque no tanto para el propósito del marco conceptual de esta tesis, es la económica y laboral¹⁴.

“El mercado laboral presenta una clara tendencia a orientarse más a «trabajo» que a «empleo». Es decir, es más fácil encontrar tareas y proyectos en los que participar a tiempo parcial que puestos de trabajo a los que dedicarse en exclusiva durante años”.

Thomas W. Malone¹⁵, en su libro *The Future of Work* (2004), utiliza una frase rotunda para ilustrar la situación, «Mi padre tuvo un empleo toda su vida, yo habré tenido siete empleos a lo largo de mi vida, y mi hijo compaginará siete trabajos distintos a la vez». Lo que no implica una vida laboral en precario, sino que solo habrá escenario laboral para los mejores, que estarán muy solicitados y valorados.

¹² En el capítulo citado hay ejemplos concretos de todo ello.

¹³ *Internet of Things* (IoT).

¹⁴ Aspectos asociados al futuro del trabajo y a la transición hacia una economía digital (y del conocimiento); aspectos, que sin duda, tienen también una fuerte componente sociológica.

¹⁵ Que cita G. Roca.

G. Roca termina afirmando:

Hay que volver a construir un contrato social que defina nuestra relación con la información, con la energía, con el medio ambiente, con el trabajo, con el dinero... A duras penas estamos empezando a construir ese nuevo mundo... para lograrlo nos hemos dotado de una tecnología que, como siempre ha pasado en la historia de la humanidad, debe permitirnos un salto evolutivo... En este contexto... Tendremos que aprender a gestionar grandes volúmenes de información, relacionarnos de forma multicanal, proteger nuestra privacidad, resolver nuevos problemas de adicción, prever nuevos tipos de exclusión social, cuidar nuestra identidad pública, cambiar los modos de aprender y trabajar, pero también los de jugar y divertirnos... Esa es nuestra esperanza, porque merecemos un mundo mejor.

Esta conclusión encaja perfectamente en el marco conceptual que se está construyendo. Para esta sociedad tenemos que educar y formar a nuestros niños, adolescentes y jóvenes; para una sociedad que no es solo digital, pero en la que el hecho digital es determinante.

VI.2.- Los niños, ¿son realmente nativos digitales?¹⁶

Existe una creencia extendida, más o menos fundada, de que los niños son 'nativos digitales' y los adultos 'inmigrantes digitales'. Se cree que es pertinente abordar qué significan ambas denominaciones, cuál es su fundamento, y si es cierta o no dicha creencia popular, y no tan popular¹⁷, acerca de las mismas. Y es importante ya que tiene influencia en las competencias asociadas al hecho digital que deben desarrollar y aprender los niños, adolescentes y jóvenes; y no solo ellos, sino toda la 'tribu' de la que es tarea la educación y formación,

¹⁶ El título se toma prestado del libro citado como referencia; la palabra niño incluye también a los adolescentes y jóvenes. Es decir se trata de los 'milénicos' (*millennials*) (§ 11.2).

¹⁷ En el sentido que forma parte de muchos escritos académicos y artículos de investigación.

siguiendo la nomenclatura de J. A. Marina, y a las que afecta¹⁸ directamente, además, la nueva sociedad digital.

VI.2.1.- Los nativos digitales no existen

Esta afirmación, que muchos ya venían percibiendo y debatiendo, se trata en (Lluna y Predreira, 2017). El contenido de dicho libro se muestra en la infografía de la Fig.6.1., en la que se han destacado los apartados más relevantes para este marco conceptual de la tesis.

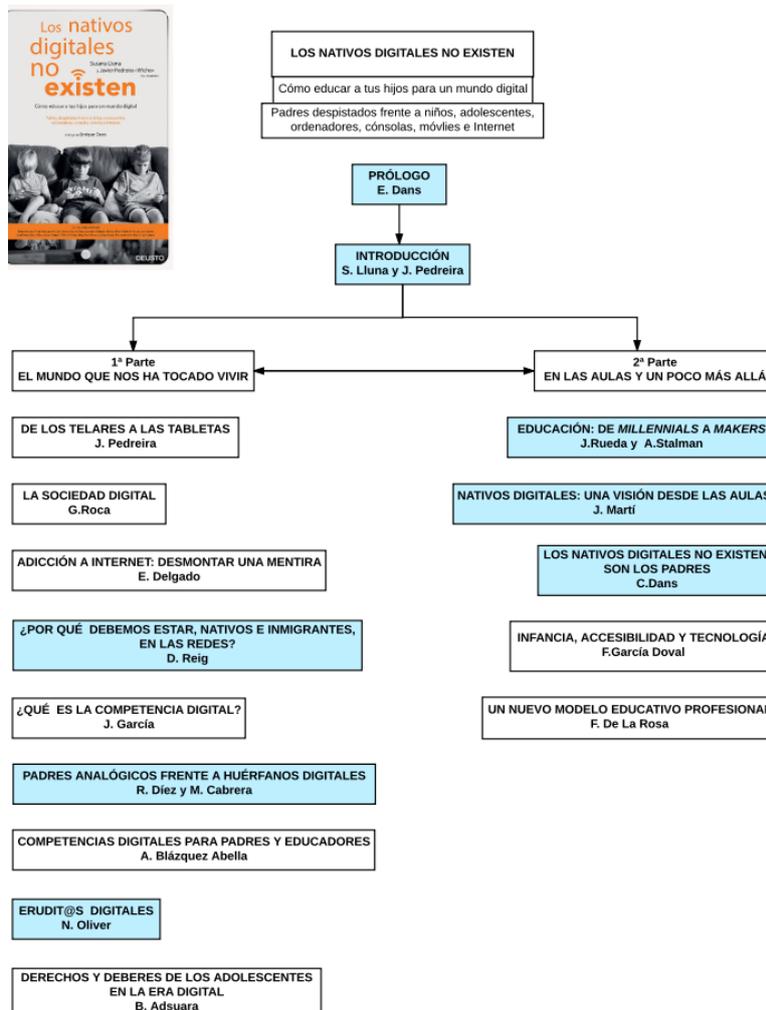


Fig.- 6.1. Índice del libro y apartados del mismo más relevantes, para este apartado y el siguiente.

Fuente: Elaboración propia, a partir de (Lluna y Predreira, 2017)

¹⁸ En cuanto a oportunidades, posibilidades e incidencia.

Las denominaciones “nativos digitales” e “inmigrantes digitales” fueron acuñadas por Marc Prensky (2001). En la Introducción de (Lluna y Pedreira, 2017) se resumen y se simplifican de la siguiente forma:

Con nativos digitales se refería a un nuevo tipo de estudiante que iba apareciendo en las instituciones educativas que en lugar de imprimir un documento para revisarlo lo anotaba en una pantalla y para el que imprimir un correo electrónico para quedarse con una copia en papel era algo impensable. Usaba la expresión para diferenciarlos de aquellas personas a las que denominaba inmigrantes digitales, que, por el contrario, eran perfectamente capaces de imprimir un correo y que, por norma general, solían corregir las cosas en papel y no en la pantalla.

“Con el tiempo, la expresión nativo digital se ha ido desvirtuando, ha perdido ese significado y ahora se usa para denominar a aquellos nacidos a partir de un momento indeterminado”. Ese momento indeterminado es, aproximadamente, a mediados de la década de los 90’s o coincidiendo con el inicio del nuevo milenio, coincidiendo con los llamados ‘milénicos’ o ‘milenials’ (Generaciones Z y α), (§ II.1.2.); “quienes supuestamente acostumbrados a la presencia de ordenadores [computadores] y otros dispositivos digitales en su vida, no necesitan que nadie les enseñe a utilizarlos”. Ahora bien, “no es para nada cierto que de forma innata sepan hacer un uso correcto de esas herramientas”.

G. Roca (2017) afirma:

... es absurdo hablar de nativos digitales, como habría sido absurdo hablar de nativos agrícolas o nativos eléctricos. Los nativos digitales no existen. Los que sí existen son los nacidos en pleno cambio hacia una sociedad digital. Es decir, no se trata de una generación especialmente dotada de ciertos conocimientos, habilidades o virtudes, sino de una o varias generaciones que deberán lidiar con un conjunto de cambios

estructurales en el modelo social que rige las relaciones entre humanos, y que por tanto afectará no sólo la economía, la cultura o la política, sino que también modificará la manera en cómo se repartirá la riqueza o el trabajo, así como los principios morales que nos ordenan.

En todos los capítulos, en su inicio, se refuerza esta afirmación. Para analizarla en su justo término no hay que olvidar el propósito del libro¹⁹, que figura en el título completo del mismo. Desde la perspectiva de este marco conceptual es un aspecto más a considerar entre las prioridades y planificación de la educación y formación que se precisa para el siglo XXI. Y que por supuesto no sólo afecta a los niños, adolescentes y jóvenes, sino a los padres y al ámbito de la educación formal y no formal en el conjunto de todos sus agentes de interés.

En los contenidos del libro seleccionados, se afirma:

E.Dans (Prólogo):

... los jóvenes parecen abandonar muchas de las herramientas sociales y refugiarse en la simple mensajería instantánea²⁰, en una comunicación extremadamente poco sofisticada.

... [se trata de una] generación que se limita a utilizar aplicaciones que les vienen dadas, e incluso de usuarios simplistas, que usan un número muy limitado de herramientas para muy pocas funciones.

... La tecnología no viene en los genes, y el sentido común para darle buen uso tampoco...

¹⁹ Que el libro sirva como guía para padres, profesores, orientadores, etc., "muchos de ellos desesperados porque creen que sus hijos han perdido el norte con las redes sociales cuando lo que ocurre es que en realidad están mucho más verdes en el uso de las TIC de lo que podemos pensar".

²⁰ *WhatsApp*, *Telegram*, *Viber*, *Line*, *Tumblr*, etc.

S. LLuna y J. Pedreira (Introducción):

... Basta con rascar levemente por debajo de la superficie para ver que en realidad no todos los jóvenes son esos supuestos «nativos digitales», ni mucho menos. En cuanto los sacas de *Instagram*, *Snapchat*, *YouTube* o de los programas que utilizan para descargarse música y películas [o para jugar colaborativa y virtualmente], muchos de ellos son tan patosos como el que más. Tampoco tienen ni idea de sus derechos y deberes en esta era digital; probablemente ni se plantean que estos existen.

... Y eso sin ponernos a hablar de su falta de criterio a la hora de buscar información en Internet...

D. Reig (Capítulo 4):

... la idea en la que se centra este libro nos previene: considerar que los «nativos digitales» van a saber aprovechar el enorme potencial de estas tecnologías en el desarrollo integral del ser humano y nuestras sociedades de forma automática, sin que diseñemos y apliquemos planes educativos al respecto, resulta absurdo.

... Habla de forma certera de Internet en este sentido una cita de Levinson²¹ que utilizo a menudo en charlas: «Internet no propone el empoderamiento de los de siempre sino el empoderamiento de todos y todas».

... El esquema TIC, TAC, TEP pretende responder a esa pregunta, a esa inquietud educadora: ¿En qué sentido debemos apoyar y formar al nuevo habitante digital para que sea de verdad «nativo»? ¿Cómo podemos educarle para, ahora que puede de forma abundante y libre, participar,

²¹ Se refiere a Nanette S. Levinson, experta en *Internet Governance*.

que lo haga de una manera positiva? ¿En qué facetas del desarrollo humano inciden con más fuerza las tecnologías que nos ocupan?

Hablamos comúnmente de TIC como de aquello en lo que sí son nativos digitales nuestros jóvenes.

... se creaba desde las instituciones el término de TAC, de apropiación de este tipo de tecnologías, no sólo en ámbitos de ocio y relación sino también en el importante sector del aprendizaje y conocimiento. Así, englobadas en las siglas TAC, surgen las prácticas de utilización de redes sociales en educación, contenidos gratuitos ofrecidos en la web por las universidades más importantes del mundo, recursos del mundo 2.0 que elevan de forma exponencial el potencial del aprendizaje colaborativo, aderezos multimedia que pueden amenizar las horas en el aula, recursos de un autoaprendizaje actual y potente.

Faltaba... completar el esquema. Y así lo hice creando el término de TEP (Reig, 2012), tecnologías como empoderamiento y participación, objetivo al que creo que debe dirigirse la formación de nativos e inmigrantes: el uso de la posibilidad de crecer, de desarrollarse personalmente y participar en el desarrollo del mundo en que se vive en un sentido ético, crítico, maduro y responsable.

N. Oliver (Capítulo 8):

El término alfabeto digital se utiliza para describir a aquellos que saben utilizar una amplia gama de dispositivos digitales, como teléfonos móviles, ordenadores, tabletas, etc.

... Es fundamental, por tanto, no confundir saber usar la tecnología con saber cómo funciona la tecnología. Y aunque nuestros hijos vivan enganchados a ella, tanto chicos como chicas, ¿cuántos de ellos saben

cómo funciona esa tecnología alrededor de la cual gira su vida? Los estudios indican que muy pocos...

VI.2.2.- Los llamados 'nativos digitales', ¿qué hacen realmente con las tecnologías?

Para conocer lo que estas generaciones hacen con las tecnologías digitales (TIC) y poder afirmar que muy pocos milenials nacen sabiendo utilizar adecuadamente el 'hecho digital' (tecnología más cultura asociada, § VI.3), conviene fijarse en estudios empíricos realizados en Europa (a) y, específicamente, en España.

a.- Horizon Report Europe 2014 Schools Edition

Se trata de informe, conjunto de la Comisión Europea y el consorcio *New Media Consortium*, (Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., Freeman, A., Kamylyis, P., Vuorikari, R., and Punie, Y.2014), cuya finalidad es examinar las tendencias, retos y tecnologías en su impacto potencial y uso en la enseñanza, el aprendizaje y en la investigación-reflexión creativa, Fig.-6.2. De manera especial en su apartado: *Students' Low Digital Competence Solvable Challenge: Those that we understand and know how to solve*, pág. 26-27.

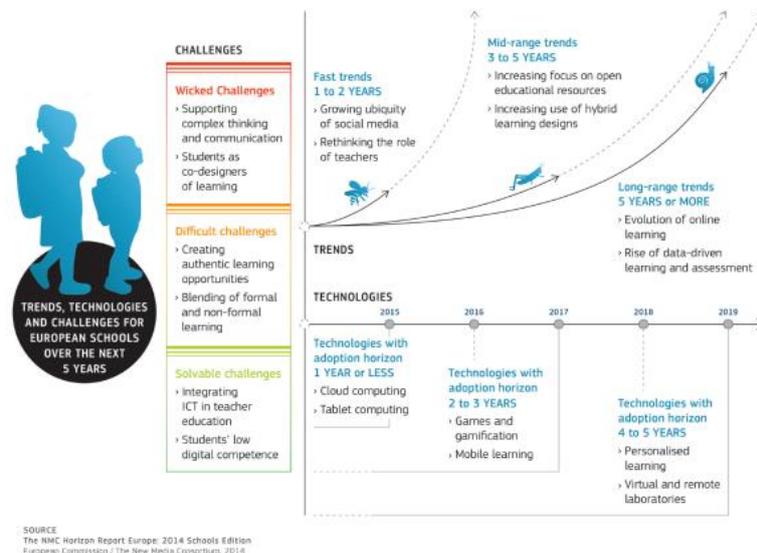


Fig.- 6.2. Tendencias, tecnologías y retos para las escuelas europeas, en los próximos cinco años

Fuente: Johnson, L. et al., 2014

b.- Estudio sobre los usos y abusos de las Tecnologías de la Información y Comunicación en adolescentes. Fundación Mapfre (Gairín Sallán, J.; Castro Ceacero, D.; Díaz-Vicario, A.; Rodríguez Gómez, D.; Mercader Juan, C.; Bartrina Andrés, M.J.; Mozó Llusia, M.; Sabaté Juncosa, B.; 2014).

En este estudio el uso de las TIC por los niños, adolescentes y jóvenes se centra en tres ámbitos principales:

- Escolar o académico.
- Familiar.
- Socio-relacional o lúdico.

Las actividades escolares vinculadas a las TIC se consideran las representadas en la Fig. 6.3.

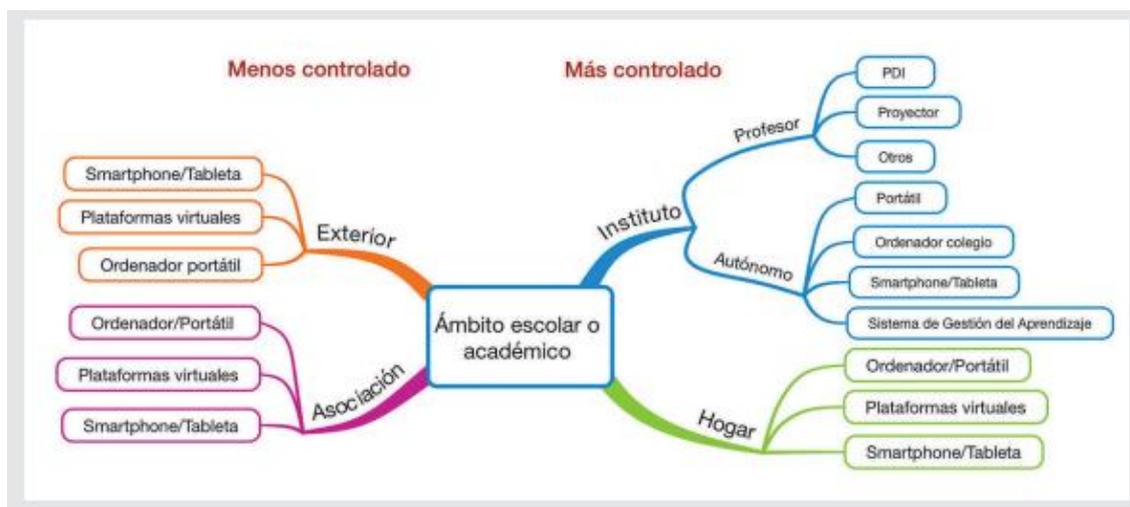


Fig.- 6.3. Mapa conceptual del uso de las TIC en el ámbito académico o escolar.

Fuente: Garirín Sallán y otros, 2014.

En el ámbito familiar, las TIC se utilizan para el entretenimiento o el ocio compartido, utilizando dispositivos como el ordenador portátil, la tableta, la *smartphone*, las consolas de videojuegos e incluso la televisión. Asimismo, facilitan la comunicación mediante el uso de plataformas de comunicación como *WhatsApp* o *Line*.

De los tres ámbitos clasificatorios utilizados, el ámbito socio-relacional, Fig. 6.4., es el más susceptible al abuso y/o mal uso de las TIC, dada la habitual ausencia de intervención de un adulto. La preocupación por la falta de control de los adolescentes es inquietante y motiva propuestas como las de García de Diego (2012), cuando afirma que los usos/malos usos se pueden prevenir «poniendo barreras a su participación en estas actividades, en forma de filtros, normas, leyes o de falta de disponibilidad de servicios específicos» (p.32).



Fig.- 6.4. Mapa conceptual sobre las diferentes herramientas TIC, que pueden utilizar los adolescentes en el ámbito socio-relacional.

Fuente: Garirín Sallán y otros, 2014.

En (Lluna y Predreira, 2017), el tema del mal uso y/o abuso se propone abordarlo mediante una alfabetización [erudición] digital de padres e hijos, y no solo mediante los controles al uso, para “entrar en su mundo”, (Díez y Cabrera, 2014). Ahora bien, dicha alfabetización hay que extenderla también a

los educadores; en este sentido se proponen unas “competencias digitales para padres y educadores”²² (Blázquez Abella, 2014).

El estudio de la Fundación Mapfre, presenta unas conclusiones entre las que se destacan²³:

Para los adolescentes, la utilización de las TIC se asocia a valoraciones muy positivas referidas a su funcionalidad, rapidez y facilidad, con la idea de fondo de que «ayudan a vivir mejor».

Es interesante la referencia a los «nativos digitales» como «huérfanos digitales», puesto que no han tenido a nadie que les pudiera guiar y enseñar en el proceso de aprendizaje sobre las TIC. Esta circunstancia les hace más vulnerables frente a los riesgos de un uso inadecuado de estas herramientas puesto que ni ellos, ni los adultos de su entorno – padres, madres, profesores, etc.– tienen experiencia ni formación suficiente sobre las TIC.

Los adolescentes «huérfanos digitales» se han ido adaptando a las TIC y descubriendo sus usos de manera autodidacta [o informal], logrando en muchos casos ser usuarios avanzados [aunque limitados] de las mismas.

El tener éxito tener éxito en tareas que a otros parecen difíciles aumenta su autoestima y seguridad, que se refuerza por la utilización normalizada a nivel personal y con los amigos.

Las circunstancias anteriores pueden llevar a los adultos al error de pensar, en algunas ocasiones, que los jóvenes saben más que ellos y que, por lo tanto, no necesitan su ayuda. En general, estos pueden

²² Que incluye una ‘especie de rúbrica’ para su valoración y evaluación.

²³ Ya que se trata de una comprobación empírica, de lo que en ocasiones se manifiesta de forma intuitiva o puramente desde la experiencia personal (siempre subjetiva y acotada).

conocer mejor algunas aplicaciones, tener más desarrollada la habilidad intuitiva sobre la utilización de ciertos dispositivos y programas, etc., pero estos hechos no menoscaban la necesidad y conveniencia del acompañamiento por un adulto que los guíe y los proteja de los posibles riesgos.

Conclusiones que coinciden con las expuestas en el libro recién publicado, que ha servido de referencia básica en este apartado²⁴.

Por lo tanto, es necesario que los niños, adolescentes y jóvenes (y en general todas las personas) adquieran las competencias asociadas al hecho digital. Como afirma C. Dans²⁵, (2017): “*Millennial* se nace, sí. Pero nativo digital no se nace, se hace. Y si lo eres se disfruta”. Su capítulo en el libro de referencia tiene un sugerente título, por ‘su’ mensaje, acerca de la tarea ‘ideal’ de los padres²⁶: “Los nativos digitales no existen, son los padres”.

Rueda y Stalman (2017), por su parte afirman:

Si bien el concepto de nativo digital no puede usarse como definición de un grupo determinado de personas delimitado por edades, sí puede decirse que todo aquel que hoy utilice con provecho las nuevas tecnologías digitales puede considerarse a sí mismo como un nativo digital independientemente de la edad que tenga.

El título que le dan a su capítulo (el primero de la segunda parte), “Educación: de *millennials* a *makers*”, encaja perfectamente en la teoría de la educación

²⁴ Esta comparación de pareceres y resultados, de dos fuentes independientes y de diferente naturaleza entre sí, la de Mapfre y la de (Lluna, S. y Pedreira, J.), es algo que debe formar parte de la cultura digital de la personas de la nueva sociedad.

²⁵ Joven graduada universitaria que lleva trabajando en publicidad desde que lo inició; educada por unos padres nativos digitales (alrededor de los 50's años). Pertenecer a la superada generación *Tuenti*. Su blog merece ser visitado periódicamente (acceso: Claudia Dans blog). Su visión de lo que debe ser un blog, es muy reveladora.

²⁶ Ojo que no todos los padres, ni mucho menos, tienen el perfil personal y profesional de su padre, Enrique Dans.

propuesta por J.A. Marina, desarrollada y ampliada -en alguno de sus aspectos- en esta investigación teórica²⁷. En este sentido afirman:

Otra opción diferente es la de abordar estos términos, «digital» o *millennial* [que identifican como innovadora], para hacer referencia a un nuevo tipo de mentalidad que implica una nueva forma de pensar el mundo y que se ha propagado en estos años con la irrupción de Internet.

Lo más importante de esta nueva opción propuesta es: una **nueva forma de pensar el mundo**, que subyace en toda la investigación teórica, sin optar por formulas disruptivas²⁸, sino más bien evolutivas con el ritmo y decisión adecuados.

Su planteamiento está cercano al de Marina, aunque utilizando nomenclaturas y perspectivas diferentes: una inteligencia eminentemente creativa²⁹; creemos que no es suficiente y que se debe incluir una memoria creativa, no repetitiva; es el equivalente a la “inteligencia generadora” de Marina. La importancia de la acción (*makers*, ‘hacedores’), la “inteligencia ejecutiva” de Marina, y todo ello con una orientación adecuada; la “inteligencia triunfante” y el talento natural de cada persona³⁰, y que estos autores lo exponen de la forma siguiente:

Pensar en cómo educar para un mundo que no conocemos aún es como intentar trazar un camino a ciegas, y la única forma en que se puede preparar a una persona para un mundo desconocido es educándole **en todas sus dimensiones**. Sólo un ser inteligente es capaz de responder de una manera creativa a lo desconocido.

Por lo tanto, hay que educar a los ‘milenials’ en competencias digitales, que es una categoría relativamente nueva a añadir a las descritas en (§ V.3.).

²⁷ J.A. Marina incide poco, por el momento, en el hecho digital.

²⁸ Al menos por el momento.

²⁹ Potencial que debe ser desarrollado.

³⁰ La sigla TEP del esquema de D. Reig.

Realmente no es tan nueva, ya que se trata de una competencia genérica transversal y, al mismo tiempo, específica de la categoría de las facilitadoras³¹(§ VI.3.).

Como marco general: los niños, adolescentes y jóvenes deben aprender, así como poner en acción y dirigirlos hacia un buen fin, a hacer un uso correcto de las herramientas que ya utilizan, y a aprender otras potencialidades y oportunidades, para aprovecharlas en la sociedad digital en que viven, y sobre todo para adquirir otras competencias esenciales en la nueva sociedad (competencias facilitadoras).

Pero, ¿qué competencias son estas? Posiblemente hay que comenzar por las competencias básicas, para terminar por convertirse realmente en eruditos digitales; aunque ese es el objetivo del apartado siguiente.

VI.3.- Competencias asociadas al hecho digital

Ya se han analizado (§. VI.1) la importancia y las transformaciones que está viviendo la humanidad debido al hecho digital; que además, parece ser, solo se encuentra en sus albores. Este es un aspecto, importante aunque no único, de los cambios de época que se abordaron en el Capítulo I de este marco conceptual.

La diferencia entre el planteamiento que allí se hizo y el de este apartado es que, al menos metodológicamente, se aísla el hecho digital del resto de factores que están produciendo el cambio de época. Se cree que la cuestión es relevante, ya que 'lo digital' es lo más próximo que están viviendo ya todas las generaciones, en todas las culturas y lugares³². Se trata de lo que ya afecta a sus vidas, que las cambia, que les da nuevas oportunidades y potencialidades, que les motiva, que algunos temen, que les crea incertidumbre, etc. (Matse *and*

³¹ Las siglas TIC y, sobre todo, TAC de dicho esquema.

³² De distinta forma e intensidad.

Lu, *Pew Research Center*, 2016). Y es un hecho que afecta y motiva sobre todo, sean o no nativos digitales, a los niños, adolescentes y jóvenes.

Para tener una visión comprehensiva del hecho digital, y de las necesidades de educación y formación que se requieren en la nueva sociedad, se ha elaborado el marco conceptual representado en la Fig.6.5., que incluye tanto los aspectos relevantes para esta tesis (que se resaltan), como aquellos que no lo son tanto³³.

En el mismo se muestra por dónde comenzar su lectura y el sentido a seguir para su completitud. Los dos primeros aspectos se han tratado en los apartados anteriores de este mismo capítulo. Los aspectos específicos afectan a los tres siguientes; especialmente el tercero, dedicado a los niños, adolescentes y jóvenes (mayor tamaño y fondo azul de diferente tonalidad), que es el que se aborda con mayor completitud.

Siguiendo la pauta de capítulos anteriores (Fig. 2.5, y§ V.2.) se sugiere que, para establecer las competencias digitales clave para el siglo XXI, se contesten previamente (se hará de manera escueta y personal) a las preguntas que regularmente se vienen formulando en este marco conceptual. Este proceso permitirá, al mismo tiempo, interpretar y comprender la Fig. 6.5.

³³ Lo cual lo valida, a priori, para su adaptación a otras tesis y trabajos de investigación, desarrollo o innovación en campos semejantes.

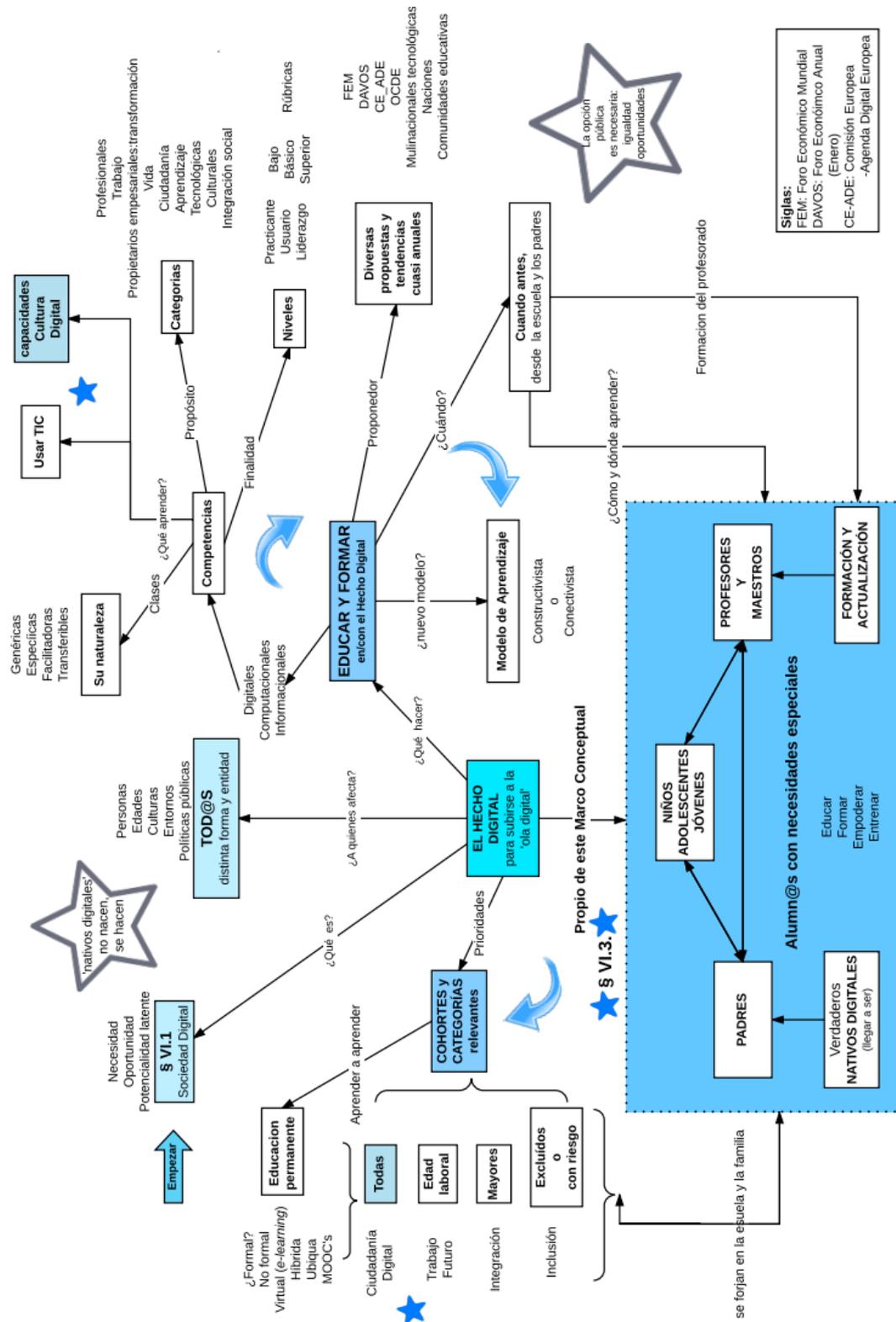


Fig.- 6.5. Mapa conceptual con los 'principales' aspectos a considerar, para abordar el hecho digital desde una perspectiva comprensiva.

Fuente: Elaboración propia.

VI.3.1.- Competencias digitales: ¿para qué?, ¿por qué?, ¿cómo?, ¿qué?

* ¿Para qué aprender unas competencias digitales?³⁴

Es algo que se decide personalmente³⁵ cuando se tiene capacidad (formal y real) de tomar la decisión, madurez en el desarrollo personal y estar bien informado. En el caso de las generaciones más jóvenes, sin dichas capacidades, viene impuesta por los padres o por las prioridades de la comunidad escolar y/o las directrices legislativas públicas del territorio en que se cursa un cierto nivel formal.

Unas razones podrían ser:

- Alcanzar las metas que cada persona se propone³⁶.
- Aprovechar las oportunidades y potencialidades que ofrecen, y vivir (sobrevivir) adecuadamente en la sociedad en que se vive, adelantándonos a un futuro incierto.
- Disponer de capacidades, instrumentales y culturales, que complementan mi ideal de lo que debe ser la educación y formación para el siglo XXI.
- Disfrutar de una mayor y nueva capacidad de establecer relaciones sociales y de aprender.

Los niños, adolescentes y jóvenes no suelen plantearse esta pregunta, o la consideran semejante a la siguiente.

³⁴ Nos pone en un contexto de significado, de propósito y de posibilidades infinita.

³⁵ Ya que indica finalidad o propósito.

³⁶ Esta puede incluir a todas las demás que se puedan citar.

* ¿Por qué aprender unas competencias digitales?

Es más fácil de responder que la pregunta anterior; muchas veces alude a las causas externas, que llevan a tomar esta decisión³⁷. Carece del significado y emoción que tiene el ¿para qué? Mientras que esta pregunta responde al corazón, la segunda responde a la mente.

Unas razones podrían ser:

- Me gusta.
- Encontraré mejores trabajos.
- Los instrumentos y herramientas digitales forman parte de todos los aspectos de la vida, todos los utilizan.
- Podré educar mejor a mis hijos.

La respuesta de niños, adolescentes y jóvenes tiene, posiblemente, un pragmatismo e ingenuidad primaria: sacar buenas notas, pasar al curso siguiente, “me obligan en la escuela o colegio”, etc.; y por supuesto, “me gusta”.

* ¿Cómo aprender unas competencias digitales?

En este caso se pueden incluir en esta unas preguntas adicionales: ¿dónde?, ¿cuándo? y ¿de quién?

Aquí más que respuestas individuales pueden ser sugerencias personales.

¿De qué manera?:

- Mediante la educación formal, si tengo un profesor adecuado y motivado.
- Mediante la educación no formal.
- Mediante la educación informal.
- Bajo demanda.

Los niños, adolescentes y jóvenes lo harán en la escuela, colegio o universidad (es decir, en la educación formal), además de lo que les cuenten los amigos y

³⁷ Responde a las causas.

conocidos, en los que reconocen una mayor habilidad y destreza³⁸ (educación informal); y unos pocos a través de los padres, si ya son ‘nativos digitales’, en el sentido de § VI.2. Hay que tener en cuenta que, en general, no es una materia con identidad curricular propia, sino de carácter transversal; y que implica no solo conocimientos técnicos, sino una cultura nueva. Este aspecto es el que más se suele evitar.

* ¿Qué competencias digitales aprender?

Esta pregunta corresponde a la abordada en § V.2. y § V.3., para el caso general de las competencias; aquí corresponde a las competencias digitales³⁹.

Respecto de estas existen también distintos marcos y propuestas, como ocurría con las competencias clave para el siglo XXI (§ V.3). Al priorizarlas hay que pensar en las distintas categorías existentes y en el ¿para qué? y el ¿por qué? aprenderlas, Fig.6.5.; al mismo tiempo pensar en la forma de evaluarlas (niveles) y las rúbricas a utilizar.

Cuando se manejan distintos marcos o propuestas de competencias digitales, hay que prestar atención a la organización o corporación que las haga. Su finalidad, intereses, y prioridades pueden influir en la propuesta realizada⁴⁰; lo cual no es bueno ni malo a priori, aunque conviene saberlo para contratar si coinciden o no con los que está buscando uno mismo, con los de la nación concreta que desea incorporarlas o con los de la comunidad educativa de que se trate. De ese modo se pueden tomar decisiones con mayor conocimiento.

En la Fig.6.5. se muestran algunas de las posibles fuentes de propuestas; entre las que destacan las procedentes de organizaciones globales de tipo económico (Fondo Económico Mundial, *WEF*; las reuniones anuales en Davos,

³⁸ En los reconocen un cierto liderazgo digital, aunque a veces los puedan tratar de frikis (ver artículo de C. Dans, anteriormente citado).

³⁹ Que incluyen las informacionales y las computacionales.

⁴⁰ Lo cual puede ser una constante (o no) de la naturaleza humana y de sus organizaciones.

Suiza) y las de grandes multinacionales tecnológicas, de comunicaciones y de servicios *online* (*Microsoft, Intel, Cisco, Apple, Google, Telefónica, Samsung, etc.*). Este aspecto no corresponde al marco de esta tesis doctoral.

Al seleccionar las (macro) competencias digitales hay que tener en cuenta que existen, al menos, dos grandes aspectos de las mismas. Las asociadas al:

- a. Conocimiento, destreza y experiencia en las propias tecnologías; es decir, en sí mismas como herramientas instrumentales: cómo funciona la tecnología⁴¹.
- b. Uso y mentalidad, relacionadas con la cultura digital y su transformación social; con sus oportunidades, consecuencias, derechos y obligaciones, beneficios y precauciones. Es decir, entender y vivir, creativa y críticamente, el hecho digital.

Normalmente se hace más énfasis en el primer aspecto que en el segundo; cuando este último tiene gran importancia en la educación inicial, sea cual fuere la edad del aprendedor.

En la Fig. 6.5, se muestran algunas cohortes de edades y categorías de competencias, que son relevantes para la educación mediante modelos virtuales (el llamado *e-learning*) y los cursos de formación gratuitos y no formales, llamados *MOOCs*⁴²; para la ciudadanía (ciudadanía digital); para el trabajo, de hoy y del futuro inmediato; para una mayor y eficaz integración de los mayores; y para la inclusión de las personas excluidas o con riesgo de serlo.

⁴¹ Es lo que ocurre con algunos aspectos del pensamiento computacional (§ VI.4).

⁴² *MOOC*: *Massive Online Open Courses* (o cursos online masivos y abiertos). Todos los meses 'más de 700' universidades de todo el mundo, ofrecen cientos de cursos gratuitos.

Estos aspectos quedan fuera de las prioridades de este marco conceptual. No obstante, hay dos aspectos de los mismos, que conviene tener en cuenta, en el caso de niños, adolescentes y jóvenes, que sí es lo prioritario:

- El aprendizaje de la ciudadanía digital en las escuelas (Ribble and Bailey, 2015).
- Las habilidades digitales para el mundo de trabajo de los niños, cuando lleguen a la edad laboral⁴³ (Park, 2016, *WEF*), (Pearson, Vonthehoff, Rennie, and Nguyen, 2016).

Estos aspectos se tratan en el subapartado siguiente.

VI.3.2.- Competencias digitales de niños, adolescentes y jóvenes

Es el aspecto seleccionado en la Fig.6.5.; aunque hay que considerar que es consecuencia de todo lo anterior, que aparece en la misma.

Las competencias clave, o las básicas, de las directrices del Gobierno de España (LOE y LOMCE) las incluyen como una más de las ocho o siete que, respectivamente, proponen. La LOE como 'Tratamiento de la información y competencia digital', y la LOMCE como 'Competencia digital', (§ V.4).

Desde la perspectiva y propuesta de este marco conceptual, la competencia digital (en sus dos aspectos) es tarea conjunta de padres, profesores y alumnos. Lo cual, de entrada, no parece tarea fácil, aunque es necesaria y no suficiente, si no se planifica y coordina de manera conjunta entre los tres grupos. Esto que parece tan 'revolucionario' y complejo se ha llevado a cabo en ciertos colegios y escuelas⁴⁴ de toda España como pruebas piloto, incluyendo centros de Canarias. En este sentido, Andalucía, con su proyecto *Andalucía Compromiso Digital* (2009), es una comunidad adelantada y ejemplo

⁴³ Previsiones realizadas desde la perspectiva actual.

⁴⁴ Tanto públicas, como privadas.

a seguir. Edutopía⁴⁵ también ha elaborado una “Guía para Padres sobre el Aprendizaje en el Siglo XXI”, que conviene consultar en relación con este aspecto (2012).

En este marco conceptual se centra la atención en los alumnos y profesores, que puede ser un primer paso; aunque requiere la colaboración de los padres para su eficacia y eficiencia.

La orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato (MECD, 2015), define la competencia digital como:

La competencia digital es aquella que implica el uso creativo, crítico y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación para alcanzar los objetivos relacionados con el trabajo, la empleabilidad, el aprendizaje, el uso del tiempo libre, la inclusión y participación en la sociedad.

Esta competencia supone, además de la adecuación a los cambios que introducen las nuevas tecnologías en la alfabetización, la lectura y la escritura, un conjunto nuevo de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias hoy en día para ser competente en un entorno digital.

Requiere de conocimientos relacionados con el lenguaje específico básico: textual, numérico, icónico, visual, gráfico y sonoro, así como sus pautas de decodificación y transferencia. Esto conlleva el conocimiento de las principales aplicaciones informáticas. Supone también el acceso a las fuentes y el procesamiento de la información; y el conocimiento

⁴⁵George Lucas Educational Foundation.

de los derechos y las libertades que asisten a las personas en el mundo digital.

Igualmente precisa del desarrollo de diversas destrezas relacionadas con el acceso a la información, el procesamiento y uso para la comunicación, la creación de contenidos, la seguridad y la resolución de problemas, tanto en contextos formales como no formales e informales. La persona ha de ser capaz de hacer un uso habitual de los recursos tecnológicos disponibles con el fin de resolver los problemas reales de un modo eficiente, así como evaluar y seleccionar nuevas fuentes de información e innovaciones tecnológicas, a medida que van apareciendo, en función de su utilidad para acometer tareas u objetivos específicos.

La adquisición de esta competencia requiere además actitudes y valores que permitan al usuario adaptarse a las nuevas necesidades establecidas por las tecnologías, su apropiación y adaptación a los propios fines y la capacidad de interaccionar socialmente en torno a ellas. Se trata de desarrollar una actitud activa, crítica y realista hacia las tecnologías y los medios tecnológicos, valorando sus fortalezas y debilidades y respetando principios éticos en su uso. Por otra parte, la competencia digital implica la participación y el trabajo colaborativo, así como la motivación y la curiosidad por el aprendizaje y la mejora en el uso de las tecnologías.

La definición y descripción de la competencia digital es perfecta. Las preguntas, que nos hacemos son, entre otras: ¿Cómo adquirir esa competencia?⁴⁶, ¿se está cumpliendo?, ¿cómo integrarlas en la actual estructura curricular de los planes de estudio?, ¿hay que hacerlo mediante

⁴⁶ La misma pregunta se puede hacer con el resto de competencias de Capítulo V.

‘asignaturas’ específicas⁴⁷ o como una competencia transversal y coordinada, que afecte a todas la asignaturas?, ¿cómo evaluarlas y valorarlas?, etc.

La competencia digital implica, entre otros aspectos:

- El uso creativo de las TIC.
- El empleo crítico de las tecnologías.
- El conocimiento, y puesta en acción, de los derechos y deberes de los adolescentes en el uso de las herramientas digitales.
- Normas básicas acerca de la seguridad, uso de restricciones técnicas, protección, privacidad y personalidad/identidad digital (‘marca personal’).
- Definir nuevas normas de confianza y transparencia entre hijos y padres. “La confianza para hablar con los padres de lo que ocurre en la red es clave” (Labrador, Requesens y Helguera, 2009).
- El respeto hacia la propiedad intelectual (contenidos, fotos, imágenes, vídeos, etc.) y el uso adecuado de los diferentes tipos de licencias *Creative Commons*.
- El uso de *software libre* y software propietario.
- Posibilidades y oportunidades que ofrece Internet, que es más que la web, en la sociedad digital. Es fundamental ‘saberse comportar’ en la red, lo que se ha dado en llamarse “netiqueta”⁴⁸.
- Principios básicos de las nuevas tecnologías, relacionadas con 3D, inteligencia artificial, realidad virtual y aumentada, robótica, *big data*, e

⁴⁷ Informática, Tecnología, Programación, Robótica, Pensamiento Computacional, etc.

⁴⁸ *Netiquette* (de *net* y *etiquette*), castellanizado como Netiqueta, o Etiqueta Net, se utiliza para referirse al conjunto de normas de comportamiento general en Internet (Wikipedia).

IoT, por citar algunas. Estos principios deben ir acompañados de su incidencia en la vida y en el trabajo, a corto y medio plazo.

Aspectos, todos ellos, más relacionados con el segundo de los aspectos de la mega-competencia digital que con el primero. Se cree que, por el momento, esta orientación curricular no se sigue en la mayoría de escuelas, colegios e institutos. Algo se tendrá que hacer, y se tendrá que hacer entre todos, sin esperar a un boletín oficial.

La *Generalitat de Catalunya* publicó una Orden (Departamento de la Presidencia, 2016) por la que “se revisan y se actualizan los contenidos de las competencias digitales detallados en el anexo 2 del Decreto 89/2009, de 9 de junio, por el cual se regula la acreditación de competencias en tecnologías de la información y la comunicación (GenCat, ACTIC, web)”.

ACTIC es el certificado acreditativo de la competencia digital⁴⁹, entendida como la combinación de conocimientos, habilidades y actitudes en el ámbito de las tecnologías de la información y la comunicación, que las personas despliegan en situaciones reales para alcanzar objetivos determinados con eficacia y eficiencia.

Posiblemente, con el tiempo, se llegue a un sistema europeo de certificación de la suficiencia y nivel de la misma en competencias digitales. Igual que ocurre ya con el “Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas”⁵⁰.

Otras referencias, a nivel europeo y global, que merecen consultarse, en relación con el aspecto tratado en este subapartado son:

a.- *Digital Learning Lives. Trajectories, Literacies and Schooling*, (Erstad, 2013). Noruega.

⁴⁹ Para cualquier persona mayor de 16 años, que puede demostrar sus competencias mediante una prueba por ordenador.

⁵⁰ Que llevó diez años de investigación, antes de su aprobación.

b.- *New Literacies. Everyday Practices and Social Learning*, (Lankshear and Knobel, 2011). Australia.

c.- *Digitalization, Jobs, and Convergence in Europe: Strategies for Closing the Skills Gap*, (Berger and Frey, 2016). Comisión Europea.

d.- *Prepara tu escuela para la sociedad digital. Claves para sumarse al cambio*, (Fundación Telefónica, 2016). España.

e.- *Learning and Teaching with Technology in the Knowledge Society New Literacy, Collaboration and Digital Content*, (Iinuma, 2016). Japón.

VI.3.3.- Competencias digitales de los profesores

Son, quizá, el eslabón más importante del proceso educativo y formativo en relación con las competencias digitales, ya que muchos padres no estarán en condiciones de asumir esta responsabilidad; 'no tendrán tiempo', no lo tendrán como prioritario o considerarán que sus hijos saben ya más de lo que ellos puedan aprender, 'a su edad'⁵¹.

Los docentes deben ser 'eruditos digitales' en:

- I. El conocimiento y experiencia en el uso de competencias digitales, en los dos aspectos (a y b) indicados anteriormente; y tan importante como esto o más, en
- II. La innovación pedagógica que implica la integración del hecho digital, en el currículo, en la escuela y fuera de ella.

Este segundo aspecto clave ya se resaltó en (§ II4), al tratar de 'la Pedagogía y las TIC' con una referencia muy relevante (Cox, M. *et al*, 2003). Por lo tanto, nos centramos en el primero (I) de ellos⁵².

⁵¹ Posiblemente los más preparados, dispuestos y conscientes serán los que demanden una mayor formación adicional en este aspecto concreto de las capacidades o competencias digitales.

⁵² Se optó hacerlo así, para resaltar la parte de innovación pedagógica que debe acompañar al uso de las TIC.

Blázquez Abella (2017), en (Lluna y Pedreira, 2017), basándose en la Orden (2016) de la *Generalitat de Catalunya*, propone las siguientes competencias, que serían las primeras en las que formarse el profesorado (y también los padres):

- 1.- Cultura, participación y civismo digital.
- 2.- Tecnología digital y uso del ordenador y del sistema operativo.
- 3.- Navegación y comunicación en el mundo digital.
- 4.- Tratamiento de la información escrita.
- 5.- Tratamiento de la información gráfica, sonora y de la imagen en movimiento.
- 6.- Tratamiento de la información numérica.
- 7.- Tratamiento de los datos.
- 8.- Presentación de contenidos.

Incluso plantea un auto test para que cada profesor valore en qué nivel de competencias digitales se encuentra y descubrir qué conocimientos y habilidades necesita para ser un referente en educación digital para el alumnado.

Otros referentes a considerar, entre muchos⁵³, son:

a.- *DigComp 2.0*. (Vuorikari, Punie, Carretero Gómez, Van Den Brande, Comisión Europea, 2016).

b.- Competencia digital y todo el movimiento asociado al **Programa Escuela 2.0.**, INTEF (web).

⁵³ Fundamentalmente las referencias ya citadas en este capítulo y en (§ V.3).

- c.- El Plan de Cultura Digital en la Escuela, INTEF (2013).
- d.- Marco Común de Competencia Digital Docente, (INTEF, 2017).
- e.- Competencia Digital Docente del Gobierno Vasco, (Equipo TIC, 2015).
- f.- *10 skills Modern Teachers need* (Gutiérrez, 2017, *Edudemic*).
- g.- *Educational Technology and Mobile Learning, a resource of Educational web tools and mobile apps for teachers and educators*, (*Education Technology and Mobile Learning*, web). De seguimiento imprescindible por el profesorado.

En esta última, muy orientada tecnológica y menos pedagógicamente, se hace la propuesta que se muestra en la infografía de la Fig.6.6.

Lo fundamental está en la formación, preparación y actualización del profesorado, tanto en la inicial como en la permanente. Ambas requieren programas y metodologías realmente innovadoras. También, como ya se ha indicado, aprovechar todo el potencial del profesorado actual que, como 'llaneros solitarios', están realizando una tarea innovadora y de empoderamiento de su alumnado.

La incorporación de graduados en informática e ingeniería a través del Máster de Formación del Profesorado no universitario (ni de primaria) es otra cantera a aprovechar, mejor de lo que se ha hecho hasta ahora.

El profesorado, en relación con sus competencias digitales, debe centrar sus esfuerzos no tanto en la elaboración de contenidos, de los que existen muchos y buenos en la red en abierto (a no ser que sean realmente innovadores en sí mismos⁵⁴), sino en cómo adaptar e integrar los existentes en el plan docente y en las actividades dentro y fuera de la escuela. Para ello deben disponer de un banco de recursos, personal en abierto⁵⁵ o compartido, con las fuentes más

⁵⁴ Cutting edge

⁵⁵ Lo que solo está en la mente o al alcance de una persona sirve de poco.

relevantes y contrastadas; este se irá enriqueciendo con la sabiduría que adquieran y, también, mediante las aportaciones de otras personas.

9

Fundamental Digital Skills for 21st Century Teachers

<p>Record and edit audio clips</p> <ul style="list-style-type: none"> 1- Soundcloud.com 2- Audioboom.com 3- Vocaroo.com 4- Clyp.it 	<p>Create interactive video content</p> <ul style="list-style-type: none"> 1- Youtube Video Editor 2- Wevideo.com 3- Magisgto.com 4- Animoto.com 	<p>Create infographics and posters</p> <ul style="list-style-type: none"> 1- Piktochart.com 2- Canva.com 3- Drawings.google.com 4- Thinglink.com
<p>Create PLNs, connect, discover new content, and grow professionally</p> <ul style="list-style-type: none"> 1- Twitter.com 2- Facebook.com 3- Plus.google.com 4- Linkedin.com 	<p>Use blogs and wikis to create participatory spaces for students</p> <ul style="list-style-type: none"> 1- Blogger.com 2- Wordpress.com 3- Edublogs.org 4- wikispaces.com 	<p>Create engaging presentations</p> <ul style="list-style-type: none"> 1- Docs.google.com/presentation 2- Haikudeck.com 3- Zoho.com/docs/show.html 4- Prezi.com
<p>Create digital portfolios</p> <ul style="list-style-type: none"> 1- Web.seesaw.me 2- Silk.co 3- Sites.google.com 4- Weebly.com 	<p>Curate, organize and share digital resources</p> <ul style="list-style-type: none"> 1- Diigo.com 2- Scoop.it 3- Educlipper.net 4- Edshelf.com 	<p>Create digital quizzes</p> <ul style="list-style-type: none"> 1- Flipquiz.me 2- Riddle.com 3- Quizalize.com 4- Testmoz.com

www.educatorstechnology.com

Fig.-6.6. Habilidades digitales fundamentales para los profesores del siglo XXI.

Fuente: *educatorstecnology* web.

Entre dichas fuentes, simplemente por preferencia personal, se sugieren las nueve siguientes⁵⁶:

- a.- Educational Technology and Mobile Learning.
- b.- Edudemic.
- c.- Edutopía
- d.- Escolanova21.
- e.- Educación 3.0.
- f.- ENIAC. Espacio de pensamiento e innovación educativa.
- g.- Khan Academy.
- h.- El blog de Carlos Morales Socorro.
- i.- El blog de Gesvin Romero.

A parte de otros ya citados, a lo largo de este marco conceptual y, especialmente, en este capítulo.

VI.4.- El Pensamiento Computacional

Entre las competencias digitales, a nivel de megacompetencia o de conjunto de competencias, se encuentra la de Pensamiento Computacional (PC). Se trata de la que se quiere resaltar en esta investigación teórica, ya la que se le dedica la investigación empírica de esta tesis⁵⁷, mediante un objetivo general o propósito y distintos objetivos específicos, en forma de preguntas para las cuales la práctica en el aula nos da respuestas (§ VII.1.2.).

Su selección ha sido debida a diversas causas, entre las que destacan:

- a.- Subsumir una serie de competencias que se consideran importantes para el siglo XXI.

⁵⁶ Con la información dada, se puede acceder a los mismos mediante cualquier navegador y buscador.

⁵⁷ Al ser una mega competencia, es necesario acotar el conjunto de sus componentes que se tratan (analizan, miden y evalúan), en la parte empírica de la tesis.

b.-Trabajar con recursos y artefactos familiares para niños y adolescentes, respecto de los que están especialmente motivados y abiertos.

c.- Tomar el PC con una acepción (perspectiva) que no es ni la más conocida ni la más utilizada por los expertos, incluyendo a ingenieros informáticos, pedagogos, maestros y profesores de primaria, secundaria y formación profesional. Ni tampoco la más usual en los enfoques de la Tecnología Educativa en las facultades de educación, donde se forma inicialmente este profesado.

d.-Aprovechar la motivación que niños y adolescentes tienen hacia este tipo de dispositivos, herramientas y recursos, que les permiten pasar de jugar y de ocupar su ocio, a familiarizarse, aprender y a comenzar a adquirir competencias importantes para el siglo XXI. De hecho se aprovechan herramientas digitales para conseguir fines y resultados que exceden a su mero uso.

e.-Tratar y contribuir a un tema emergente, del que se han hecho, por el momento, pocos estudios y aportaciones, y del que quedan bastantes aspectos abiertos a investigar y desarrollar.

No obstante, conviene recordar que esta no es una tesis orientada ni principal ni exclusivamente al PC, al menos en investigación teórica⁵⁸. El título que se le ha dado así lo justifica, como se comprueba en su constelación de nubes y etiquetas⁵⁹, Fig.6.7.

⁵⁸ La investigación empírica siempre hay que acotarla más que la teórica; y definirla en función de las posibilidades y circunstancias reales. Por ello, se introduce una parte teórica y una práctica en dicha investigación empírica. Nuestras circunstancias son: un caso único de investigación en el aula, en alumnado de 6º de Primaria.

⁵⁹ Las palabras que figuran en el título. y las de los elementos (conceptos y "constructos") en que se basan.



Fig.-6.7. Constelación de nubes y etiquetas de la tesis doctoral (marco conceptual).

Fuente: Elaboración propia.

Los aspectos del PC que interesan en esta tesis⁶⁰, para su inserción en una educación y formación necesarias para el siglo XXI, centradas en el individuo y la persona, son:

- I.- Se trata de una mega competencia digital más.
- II.- Sus implicaciones pedagógicas y psicopedagógicas, en el sentido de S. Papert y J. Piaget.
- III.- Su importancia para la escuela, en el momento actual, más allá de las que tiene para las Ciencias de la Computación.
- IV.- ¿Cómo iniciar (y hacer un seguimiento) a los niños y adolescentes en estas nuevas capacidades?
- V.- La elaboración de materiales adecuados y el uso de recursos existentes.
- VI.- La valoración y evaluación de las competencias, importantes para el siglo XXI, que están asociadas al PC.

⁶⁰ Ya que hay otros también.

Y todo ello, integrando el PC en la investigación teórica desarrollada en los capítulos anteriores.

Para su desarrollo se ha diseñado y seguido el esquema indicado en la Fig. 6.8, que se irá comentando a lo largo de este apartado y de los dos siguientes.

Recientemente⁶¹ se ha tenido acceso a una tesis doctoral cuyo objetivo sí que es el PC (Román González, 2016), que se defendió en mayo de 2016 y la UNED la referenció en la red el 24 de octubre de 2016. Lo ha sido a través de un largo *post* que su autor publicó en el blog de la página web del Proyecto Programamos (2017), el 21 de febrero de 2017, a invitación de su compañero y propietario del blog J. Moreno León. El *post* tiene el sugestivo y atractivo título de: “Primera Tesis Doctoral en España sobre Pensamiento Computacional”.

Desde el punto de vista de nuestro trabajo, la parte más relevante de dicha tesis es el Capítulo 3, de su parte teórica, que dedica al Pensamiento Computacional. Su perspectiva y orientación y el de esta tesis son diferentes, aunque complementarios y enriquecedores mutuamente⁶²; y su estudio se recomienda para los profesores y expertos interesados en aplicar estos nuevos conceptos en la escuela.

⁶¹ 24 de febrero 2017, cuando este marco conceptual se estaba terminando de redactar, y la parte empírica realizada y en período de revisión de su última versión escrita.

⁶² Aquella está orientada, fundamentalmente, a validar un instrumento (para la alfabetización digital y el PC) y a posibles programas curriculares relacionados con el PC; la nuestra lo está a la educación para el siglo XXI, teniendo como núcleo al ser humano, a las competencias clave que son necesario aprender, y al PC, caracterizado por competencias transversales y genéricas, que no son solo específicas del mismo.

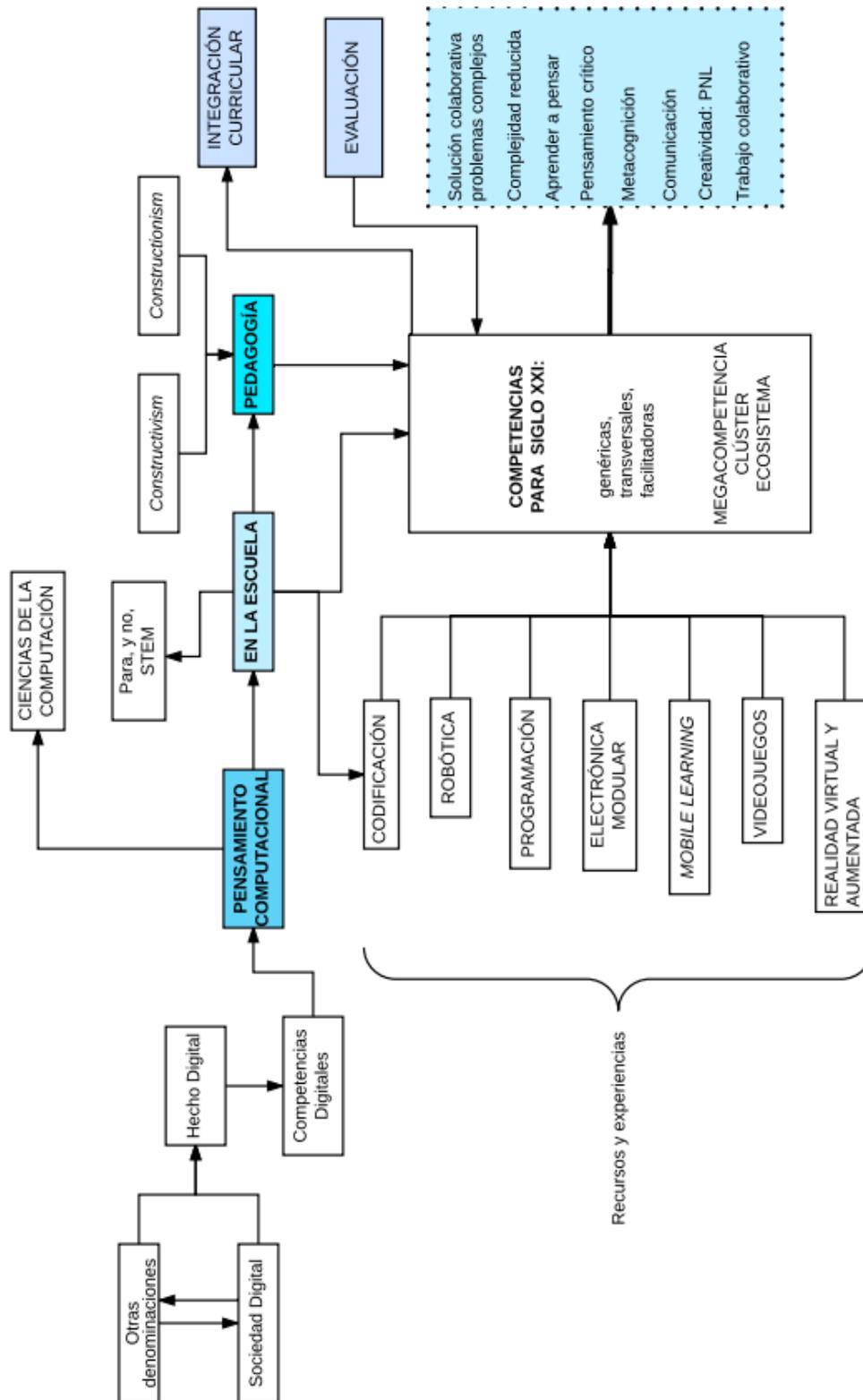


Fig.- 6.8.. Perspectiva y aspectos del Pensamiento Computacional en esta Investigación teórica.

Fuente: Elaboración propia.

Como fuentes primarias⁶³ para redactar este apartado se han priorizado las siguientes:

- S. Papert.
- J.M.Wing.
- ISTE y CSTA.
- Monográfico revista RED sobre “pensamiento computacional y competencias para la codificación”.
- M. Román González.
- J. Voogt, P. Fisser, J. Good, P. Mishra y A. Yadav.
- Ch. Dede, P.Mishra y J. Voogt.

Además de las fuentes puntuales, que se irán indicando. En los subapartados siguientes se comentarán las fuentes primarias, dedicando mayor atención a las dos primeras, ya que se trata de los autores pioneros en este campo.

Llama la atención, desde nuestra limitada perspectiva, la cantidad de aportaciones que, en este campo, se realizan por personas que en su formación inicial provienen de la informática y la computación; y que lo hacen con una fuerte y profunda componente educativa y pedagógica.

Para las metas de este marco conceptual conviene centrarse en dos tipos o categorías de definiciones del PC. Las que van al sustrato o raíces de las misma y las más optativas. De las primeras se eligen las aportadas por dos pioneros, sobre todo S. Papert y, posteriormente, J.M. Wing.; de las segundas, las propuestas por las organizaciones ISTE y CSTA.

⁶³ Realmente existen muchas y buenas referencias ya, en relación con el PC y su uso en la escuela. En esta relación hay fuentes primarias en sentido estricto, orientaciones y recomendaciones operativas, artículos de investigación, y muy buenos artículos de revisión y 'curación de contenidos'.

VI.4.1.- Seymour Papert y Jean Piaget

S. Papert (*MIT MediaLab, In Memoriam, 2016*), (Rifkin, *NYT, 2016*) es considerado como el pionero del pensamiento computacional. En relación con este marco conceptual, interesa su relación y contribuciones junto a J. Piaget, que significaron un avance acerca de cómo aprenden los niños y las ventajas potenciales de un uso adecuado de las tecnologías, por aquel tiempo emergentes. Se trata de un avance en lo que hoy en día se denomina metacognición o ‘aprender a aprender’

Según Ackermann, (2001)⁶⁴, Papert y Piaget:

- «Tienen las mismas metas [finalidad], aunque utilizan medios diferentes.
- Ambos son constructivistas porque ven a los niños como los constructores de sus propias herramientas cognitivas, así como de sus realidades externas⁶⁵. El conocimiento y el mundo, para ambos, se construyen y se reconstruyen constantemente mediante la experiencia personal. El conocimiento no es un mero potencial o bien homogéneo [*commodity*], que se transmite, codifica, transmite y se re-aplica, sino una experiencia personal que se construye [constantemente].
- Ambos son desarrollistas [*developmentalists*], ya que comparten una visión incremental de la construcción del conocimiento. Su objetivo común es resaltar los procesos por los cuales las personas superan los puntos de vista del mundo, que tienen en cierto momento, para construir entendimientos más profundos sobre sí mismos y su entorno.
- A pesar de estas coincidencias importantes [en el análisis], difieren en su forma de afrontarlo. Para entender estas diferencias, es necesario

⁶⁴ Se incluyen las conclusiones, libremente traducidas, ya que son muy claras y significativas.

⁶⁵ En su tiempo, y antes de sus aportaciones, prevalecían otras perspectivas del aprendizaje o filosofías educativas

aclarar lo que cada de ellos entiende por inteligencia, y de cómo elige estudiarlo.

- Aparentemente los dos definen la inteligencia como adaptación, o la capacidad de mantener equilibrio entre estabilidad y cambio, entre cierre y apertura, o, en palabras de Piaget, entre asimilación y acomodación [acostumbrarse]. Para ellos las teorías psicológicas intentan modelar cómo las personas manejan los difíciles equilibrios anteriores.
- Para Piaget el interés está centrado en la construcción de la estabilidad interna [conservación y reorganización de lo adquirido], mientras que para Papert lo está en la dinámica del cambio [el descubrimiento de la novedad].
- El tipo de “niños” que representan cada uno de ellos, en sus respectivas teorías⁶⁶, están en sintonía [coinciden] con sus estilos personales e intereses científicos.

Ackermann intenta integrar ambas visiones, con unos argumentos que exceden los objetivos de este apartado.

Los respectivos marcos educativos (teorías cognitivas para el aprendizaje o filosofías educativas) han acuñado dos nombres para definir cada una de dichas visiones: *constructivism* ('constructivismo') y *constructionism* ('construccionismo')⁶⁷; la primera corresponde a la de J.Piaget y la segunda a la de S. Papert. En la Fig. 6.8. se han incluido ambas.

M.Guzdial, de *Georgia Institute of Technology (Georgia Tech)*, (1997), por el contrario reflexiona más acerca de sus diferencias que de las similitudes. Como se transcribe en la Tabla 6.1, tiene un posicionamiento muy cercano al de S.

⁶⁶ “Nótese que todos los investigadores “construyen” su propio niño idealizado”.

⁶⁷ Las traducciones de ambas acepciones no es fácil en español. La primera se ha consolidado, pero su significado en educación no figura en el diccionario de la RAE. La segunda es una palabra que no existe en español, o al menos no está recogida en el diccionario.

Papert⁶⁸. Lo cierto es que los hace con argumentos y el conocimiento del desarrollo de la tecnología digital, que no existían en tiempo de la propuesta de S. Papert; por ello muchos autores posteriores hablan de la evolución y adecuación de las idea de Papert.

Las aportaciones de Papert a lo que hoy se denomina PC, y en el sentido que es relevante para este marco conceptual (sus aportaciones a la educación⁶⁹), son:

- a. Las que se encuentran en sus libros y publicaciones, de manera especial: *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas* (Papert, 1993).
- b. El desarrollo del lenguaje de programación para niños *LOGO* (1967).
- c. Su visión ha orientado la línea de productos ('juguetes') *LEGO Mindstorms*⁷⁰, (*Minndstorms web*).
- d. Su visión del cambio acerca de lo que los computadores iban a significar y llegar a ser para el futuro de la educación, como elementos de cambio y transformación, (Papert, 1993), (Papert and Caperton, 1999) y (Blikstein, 2013a).

⁶⁸ Los dos, Papert y Guzdial, fueron profesores de dos prestigiosos centros tecnológicos de EE.UU., el MIT MediaLab y GeorgiaTech, respectivamente.

⁶⁹ Sus aportaciones exceden al campo de la educación, especialmente las realizadas con Marvin Minsky, con el que fue cofundador del *Artificial Intelligence Lab* del MIT.; así con las relacionadas con el famoso *MIT Media Lab*, del que fue, también, uno de los profesores fundadores.

⁷⁰ 'Juguetrónica'.

- e. En este sentido es conveniente acceder, así mismo, al sitio web, www.papert.org; explícitamente al documento *Constructionism vs. Instructionism Part. 1: Teaching vs. Learning*, (Papert, *Works by*, 1980).
- f. También a las páginas web y homenajes que, con motivo de su fallecimiento (31 de julio de 2016), le dedicaron el MIT (ya citado) y la Universidad de Stanford (Blikstein, 2013b), entre otros centros de primer nivel mundial.

Tabla 6.1.- Diferencias entre construccionismo y constructivismo

Fuente: Adaptación propia de Guzdial, 1997.

Construccionismo S. Papert científico computacional, matemático y educador	Constructivismo J. Piaget epistemólogo, psicólogo, biólogo y educador
Esencialmente es un metodo educativo, que se basa en la teoría del aprendizaje constructivista	El conocimiento es construido por el estudiante
El aprendizaje ocurre de la manera "más apropiada" cuando se construye un artefacto público [en vez de meros modelos mentales].	Aprendizaje es la compilación de estructuras de conocimiento complejas
No se inclina hacia la filosofía del aprendizaje constructivista en sus escritos	Los estudiantes, en su aprendizaje, construyen sus propios significados únicos, por lo que no es razonable evaluarlos por lo bien que han cumplido alguna normativa prefijada
Plantea dificultad de tranmitir un concepto complejo, cuando el lector va a construir su propio significado	
En general, su desacuerdo es acerca del método	La hipótesis de los constructivistas es actualmente una hipótesis no comprobable.
Los estudiantes se involucrarán más en su aprendizaje, si construyen algo que otros verán, criticarán y ta vez usen.	Este enfoque filosófico se complica al variar los de la realidad: si todos interpretan las cosas de manera diferente, ¿existe alguna realidad concreta?
Mediante dicha construcción, los estudiantes se podrán abordar [plantear] problemas complejos, y harán el esfuerzo de resolverlos y de aprender, porque estarán motivados por la construcción.	
Simplemente indica que la construcción física es una forma adecuada para conseguir esquemas o modelos mentales.	Habla de cómo se forman las construcciones mentales, y de que dicha construcción es única.
Habla de niveles físicos; de método; de aproximación practica.	Habla de niveles mentales; de teoría, de filosofía; de ciencia.

VI.4.2.- Jeannette M. Wing

Se considerada, junto a S. Papert, la pionera de lo que hoy se denomina PC; aunque fue ella quién utilizó por vez primera la denominación actual. Lo hizo al tratar de denominar el «modo particular en que los científicos de la computación intentan resolver un problema, pensando como programadores. Es decir, buscando soluciones algorítmicas, en términos de tratamiento de datos y procesos de control», (Easterbrook, 2014).

En un artículo, que se cita en prácticamente todos los trabajos relacionados con el PC, J.M. Wing (2006) denominó a dicha forma de resolver los problemas como **Pensamiento Computacional**; y, lo más importante para este marco conceptual, argumentó que esta práctica puede ser la contribución más importante que la informática⁷¹ hace al mundo, y **que debe ser enseñada a todos los estudiantes en todas las disciplinas**. Estas afirmaciones se incluyen en la Fig. 6.8.

El trabajo original de Wing no incluye una definición sucinta de PC (aunque sí la tiene ‘en extenso’), pero sí muchos ejemplos de cómo los científicos informáticos o de la computación tratarían de plantear y resolver problemas comunes. Según Easterbrook, en la cita anterior,

«Extrapolando a partir de dichos ejemplos concretos, deduce que los científicos computacionales disponen de un conjunto [de una ‘caja de herramientas’ con] de métodos, en los que encajar [encontrar el más apropiado] situaciones problemáticas a soluciones de tipo estándar en dicho conjunto; éstas proceden de distintas áreas disciplinares del currículo de ciencias de la computación. Además, y quizá tan importante como lo anterior, disponen de una terminología estándar para describir los patrones para la solución de sus problemas abstractos».

⁷¹ Ciencias de la Computación.

El PC, para Wing, presenta las siguientes características:

- **Es conceptualización, y no programación.** Requiere pensar con diferentes niveles de abstracción.
- **Se trata de una habilidad fundamental** [que cada persona necesita conocer para poder desenvolverse en la sociedad moderna], **y no de una mera rutina mecánica.**
- **Es la forma en la que los humanos, no las computadoras, piensan.** Es la forma en la que los seres humanos resuelven los problemas; no se trata de que los humanos ‘piensen’ como lo hacen los computadores.
- **Complementa y combina el pensamiento matemático e ingenieril.**
- **Lo importante son las Ideas, no los artefactos (*hardware y software*).** Por ideas entiende: los conceptos computacionales que se utilizan para plantear y resolver problemas, gestionar nuestras vidas cotidianas, y comunicarnos e interactuar con otras personas.
- **Es para todas las personas, que pueden utilizarlo en cualquier lugar.**

Estas características son tan valiosas para comprender su significado, que se pueden considerar como una definición concisa y al uso.

Wing, (2008) y años posteriores, revisa, actualiza, precisa y desarrolla sus afirmaciones iniciales (2006). Algunas de sus frases son significativas, para las metas de este marco conceptual:

- «El PC es una clase de pensamiento analítico.
- La esencia del PC es la abstracción...Nuestras abstracciones [en la computación] son extremadamente generales, ya que son simbólicas...las abstracciones numéricas son solo un caso particular de las mismas.

- La computación es la automatización de nuestras abstracciones.
- Desde el punto de vista operacional, la computación se ocupa de responder a la pregunta: ¿cómo puedo conseguir un *computer* para resolver este problema?, en la que el ordenador podría ser una máquina, un ser humano, la combinación de ambos, o recursivamente, la combinación (p.e. en una red) de ordenadores. La respuesta a la pregunta lleva asociada implícitamente nuestra identificación de las abstracciones adecuadas y la elección de la clase apropiada de computadora para la tarea.
- El PC se utiliza en la investigación de, prácticamente, todas las disciplinas tanto en las ciencias como en las humanidades.
- En el futuro un 'PC más profundo' (mediante la selección de abstracciones más inteligentes o sofisticadas) abrirá nuevas metas y logros.

A continuación, plantea varias visiones y retos, de los que son significativos para esta tesis:

- Visión no. 1. Imagino que el PC será instrumental para el descubrimiento y la innovación, en todos los campos del quehacer humano.
- Si el PC es un nuevo tipo de pensamiento, ¿cómo y cuándo se debería aprender, y se debe enseñar? Si se desea que sea una destreza que posean todas las personas, el aprendizaje debe hacerse desde los primeros años de la infancia.
- Desafío no. 1. ¿Cuáles son las formas efectivas de aprender (enseñar) el PC para (a) los niños?
- ¿Cuáles son los conceptos elementales del PC?

- ¿Cuál sería un ordenamiento efectivo de los conceptos en la enseñanza de los niños, a medida que su capacidad de aprendizaje progresa con los años⁷²?
- ¿Cuál sería la mejor manera de integrar las herramientas disponibles en cada momento con la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos?
- Visión no. 2. Me imagino que el PC será una parte integral de la educación infantil.
- Existen muchas barreras culturales, económicas, políticas y sociales en la realización de esta visión, especialmente en países donde el sistema educativo no está coordinado.

Wing, (2011)⁷³ y (Wing and Stanzone, 2016), sigue con su labor de investigación, apostolado y orientación. En enero de 2013 deja la *Carnegie Mellon University* y la *NSF* para incorporarse a *Microsoft Research* como *Corporate Vice President*.

Román González (2016), en su tesis, Capítulo 3º (págs.143-225), incluye un análisis profundo y pormenorizado de diferentes definiciones propuestas por distintos autores y perspectivas, a partir del trabajo pionero de Wing. Es interesante la división de definiciones por categorías o criterios: genéricas, operativas, psicológico-cognitivas, educativo-curriculares, e incluso una que denomina “una definición propia del dominio muestral del constructo”.

⁷² Análogamente a lo que se hace en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

⁷³ En la parte final de este capítulo (Bonnoni, et al, 2016), se vuelve a esta contribución de Wing, con unas precisiones acerca de su concepción del PC, a medida que va elaborando y desarrollando sus pioneras propuestas iniciales.

Así propone, para las perspectivas y prioridades de su tesis, la siguiente definición (pág. 163):

El pensamiento computacional es la capacidad de formular y solucionar problemas apoyándose en los conceptos fundamentales de la computación, y usando la lógica inherente a los lenguajes informáticos de programación: secuencias o direcciones básicas, bucles, condicionales, funciones, y variables.

Nuestra perspectiva y la de la investigación empírica, y por lo tanto su posible definición, nos inclina a incidir más en los aspectos educativos y pedagógicos que en los estrictamente tecnológicos; en que es una idea sustentada en constructos físicos y abstractos (socioconstructivista y construccionista, fundamentalmente) que permite incorporar, en la educación de los niños, adolescentes y jóvenes, competencias digitales y no digitales clave para el siglo XXI, tanto en alumnos STEM como no STEM, Fig.6.8.; y que no está vinculado específicamente a estudiantes que desean seguir su formación en ciencias de la computación y/o ingeniería.

De cualquier modo, con las reflexiones y aportaciones constantes de Wing (2016)⁷⁴ y seguidores, no es necesario proponer ninguna definición 'nueva'. Lo que sí que es necesario es definir, seleccionar y priorizar el propósito, las ideas, la cultura, el entorno, la selección/priorización de competencias a desarrollar, las herramientas a utilizar, su validación, su integración en el currículo y la forma de valorar y evaluar las competencias adquiridas mediante el desarrollo del PC.

VI.4.3.- Definiciones operativas con propósito

Por ello nos hemos inclinado por definiciones operativas con propósito, cuya finalidad es la indicada a lo largo del marco conceptual, y sintetizadas en el

⁷⁴ Especialmente sus reflexiones, 'diez años después', en *Microsoft Research Blog*.

párrafo anterior. Entre ellas como muestra se opta, desde la operatividad, por la de:

*ISTE y CSTA (NSF)*⁷⁵.

Tomamos la definición práctica que estas dos organizaciones proponen para la educación del nivel K-12⁷⁶, que en nuestro caso se adapta al nivel K-6 en la parte práctica de la investigación empírica.

Ambas organizaciones han propuesto un marco y un vocabulario para el PC - (2011), (Barr, Harrison, and Conery, 2011) y (Sykora, 2014), con la finalidad de que todos los educadores del nivel K-12, al menos de Estados Unidos, tengan una orientación para su enseñanza y aprendizaje⁷⁷.

El Pensamiento Computacional (PC), desde el punto de vista operacional⁷⁸, lo definen como⁷⁹:

«Un proceso para la solución de problemas que incluye, entre otras, las siguientes destrezas:

- Formulación de problemas de modo que permitan el uso de un computador y de otras herramientas, que faciliten su resolución.
- Organización lógica y el análisis de datos.
- Representación de datos mediante abstracciones, del tipo de modelos y simulaciones.

⁷⁵ *ISTE: International Society for Technology in Education (Washington, DC)*, es una organización sin ánimo de lucro, dedicada a favorecer el conocimiento y uso de las tecnologías de la información, en cuanto a su aprendizaje y forma de enseñanza, por los estudiantes del nivel K-12 y por sus profesores. *CSTA: Computer Science Teachers Association*, es una asociación profesional que ayuda y alienta la educación en el campo de las ciencias de la computación y de áreas relacionadas con la mismas. *NSF: National Science Foundation*, cuya frase identificativa es: "donde comienzan los descubrimientos".

⁷⁶ En cursos inferiores, p.e. K-5-6-7-8, suelen hablar de *coding*, luego se verá la diferencia entre ambos términos.

⁷⁷ Para lo que pasaron una encuesta a casi 700 profesores, investigadores y practicantes.

⁷⁸ Es decir, enumeran (o tratan de hacerlo) los elementos que constituyen el PC.

⁷⁹ En una traducción libre y personal.

- Obtención de soluciones automáticas, mediante el pensamiento algorítmico; es decir, mediante una serie de pasos.
- Identificación, análisis, e implementación de posibles soluciones, con la condición de obtener la más eficiente y efectiva, en cuanto a combinación en el número de pasos y recursos utilizados».
- Generalización y transferencia del proceso de resolución a una amplia variedad de problemas, diferentes y distintos al inicial».

«Estas habilidades se apoyan y refuerzan, a su vez, en una serie de actitudes que son dimensiones esenciales del PC. Entre ellas se incluyen:

- Confianza personal en el manejo de problemas complejos.
- Persistencia para trabajar, en el tiempo y en intensidad, con problemas difíciles.
- Tolerancia con la ambigüedad.
- Habilidad para desenvolverse con problemas abiertos.
- Habilidad para comunicarse y trabajar con otras personas en la búsqueda de una meta o solución común».

Por lo tanto, en la línea del marco conceptual que se sigue, se aprenden una serie de acciones (las que determinan el proceso para la solución de problemas), que apoyan y refuerzan unas competencias, que dichas organizaciones -en un sentido poco estricto- denominan actitudes. Unas actitudes o capacidades, no obstante, muy importantes para la sociedad del conocimiento y el entorno VUCA en el que nos encontramos; y que, además, son distintas a las seguidas hasta ahora, no solo en la escuela, sino también en la educación superior en muchas ocasiones. Estas capacidades o habilidades complementan las incluidas en la Fig. 6.8., como asociadas al PC.

Este planteamiento, en el caso de EE.UU., se complementa con políticas desarrolladas por el anterior Presidente B. Obama.

Se trata del Programa: “*Computer Science is for All⁸⁰ Students*” (NSF, 2016), que debía contemplarse en el presupuesto de 2017 (Ferrini-Mumdy, Kurose, and Garg, 2016) y que no se sabe cómo quedará con los recortes anunciados.

La propia NSF lanzó una iniciativa (Cuny, 2015) sobre cursos relacionados con “*Computer Science Principles*”, cuyas características se pueden consultar en: <http://www.csprinciples.org/>, y <http://apcsprinciples.org/>, entre los sitios web de otras instituciones educativas que siguen el programa de cursos.

Como (Román González, 2016) cita⁸¹ en su tesis (pág. 146):

Los *CS Principles*, cuyo objetivo es fijar y transmitir las bases de las Ciencias de la Computación al alumnado [equivalente en España] de Bachillerato y primeros años de universidad, definen las siguientes siete ideas como esenciales del Pensamiento Computacional:

- i. “El pensamiento computacional es una actividad humana creativa.
- ii. La abstracción (uno de los elementos constitutivos, sino el central, del pensamiento computacional) reduce-elimina la información y detalles irrelevantes para focalizarse en los conceptos relevantes a la hora de entender y resolver un problema.
- iii. Los datos y la información facilitan la creación de conocimiento.
- iv. Los algoritmos son herramientas para desarrollar y expresar soluciones a problemas computacionales.

⁸⁰ Se refiere (el adjetivo *All*) a que afecta a todo tipo de minorías existentes en el país; ya que está orientado, sobre todo, hacia los estudiantes STEM., cuyo número y calidad se propone aumentar como estrategia y objetivo nacional.

⁸¹ En una buena tarea de “curación de contenidos” (*content curation*).

- v. Programar es un proceso creativo que produce artefactos-objetos computacionales.
- vi. Los dispositivos y sistemas digitales, y las redes que los interconectan, posibilitan y potencian una aproximación computacional a la resolución de problemas.
- vii. El pensamiento computacional permite la innovación en otros campos, incluyendo las ciencias naturales, ciencias sociales, humanidades, ingeniería y negocios.

En esta pequeña y selectiva revisión acerca de la situación del PC, es necesario citar el número monográfico (nº46) que la revista RED de la Universidad de Murcia, (2015), dedicó al: “Pensamiento computacional y competencias para la codificación”. En el mismo destacan, para los propósitos de este apartado,⁸²los de: Valverde Berrocoso, Fernández Sánchez, Garrido Arroyo, (2015); el de Zapata-Ros, (2015); y el de Basogain Olabe, Olabe Basogain, M.A., y Olabe Basogain, J.C., (2015).

Las aportaciones de Voogt, Fisser, Good, Mishra and Yadav, (2015) contestan a diferentes preguntas que se hace J. M. Wing; algunos de cuyos aspectos se tratarán en los dos apartados siguientes. De igual forma, hay que considerar el artículo de Dede, Mishra *and* Voogt, (2013). Estas referencias tienen valor tanto en sí mismas como en relación al seguimiento de autores que marcan la pauta a nivel global.

Con lo expuesto, es evidente que PC y *coding* (codificación) no son lo mismo (Vaidyanathan, 2015), y que no es suficiente con que los niños aprendan a codificar (Grover, 2013). Como programación y codificación tampoco es lo mismo⁸³, ni hay que enseñar a todo el mundo a codificar y a programar, aunque

⁸² En los dos siguientes apartados se hará referencia a otros del mismo número monográfico.

⁸³ Son las preguntas que, de manera recurrente, se plantean en *Quora*.

sí a desarrollar un pensamiento computacional (*The Guardian Teacher Network*, 2015).

VI.4.4.- Etapas de acceso al pensamiento computacional

Desde la perspectiva educativa existen cuatro etapas de acceso al Pensamiento Computacional, como al resto de competencias digitales, Fig. 6.9., que encajan en el modelo educativo preferido que se propone (§ IV.5., y en las conclusiones parciales del Capítulo IV).

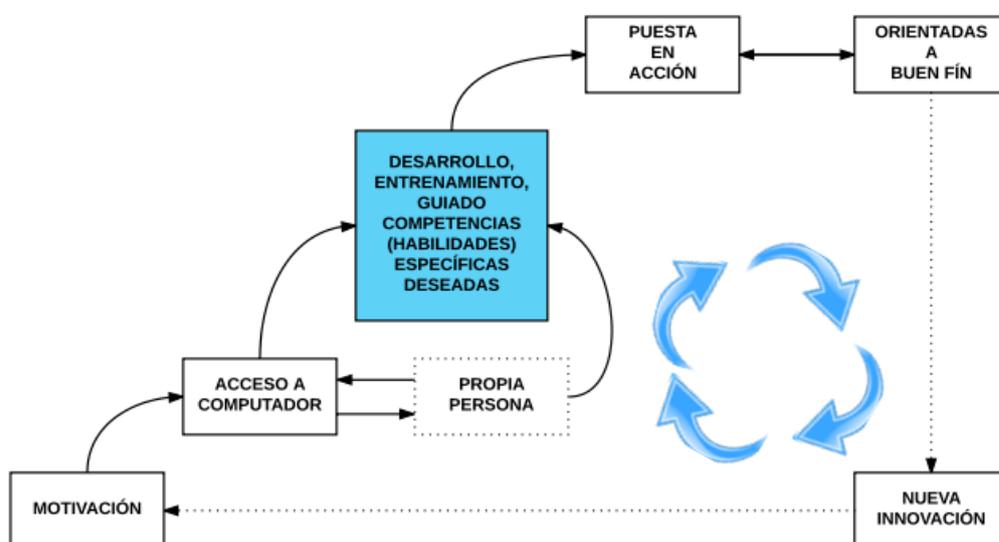


Fig.6.9.- Etapas, cumulativas y recursivas, de acceso a las competencias inherentes al Pensamiento Computacional, para todas las personas, comenzando en la edad infantil.

Fuente: Adaptación propia, a partir de van Dijk, 2009.

La etapa identificada como de aprendizaje de las competencias específicas es la más importante de todas ellas, aunque si no va acompañada de las dos últimas sirve de muy poco⁸⁴.

Como consecuencia es importante tener una relación de competencias o habilidades⁸⁵ acreditadas asociadas al PC. Estas se pueden, metodológicamente, agrupar en dos grandes categorías, de bordes difusos;

⁸⁴ Recordemos –como se vio en capítulos anteriores- la importancia de la inteligencia ejecutora y triunfante, que necesariamente han de acompañar a la inteligencia generadora o computacional.

⁸⁵ En este contexto, muchos autores utilizan ambas denominaciones como idénticas y en función de sus preferencias.

unas que se pueden considerar cuasi-específicas del PC, y otras más genéricas del tipo de las expuestas en el Capítulo V de este marco conceptual. Esta diferenciación es significativa a la hora de elegir las herramientas acreditadas para evaluar la adquisición y nivel de las competencias correspondientes.

Así se consideran competencias propias del PC y competencias genéricas que se pueden aprender o entrenar mediante prácticas y herramientas propias del PC.

Entre las primeras, (Román González, 2016)⁸⁶ propone (pág. 147) las que han conseguido un cierto consenso y amplia aceptación, “para formar parte del PC; y que deberían estar en la base de cualquier currículo que pretenda su desarrollo”⁸⁷. Parece ser, desde la perspectiva de esta tesis, que dicho aspecto corresponde más a competencias de tipo cognitivo que no cognitivo, (§ VI.3). En este caso se está más interesado en las competencias no cognitivas, que se pueden adquirir mediante el desarrollo de la teoría y práctica curricular y, en general, de la computación y de su forma de pensamiento asociado.

En este sentido, se han seleccionado las siguientes competencias no cognitivas ni asociadas a ninguna área de conocimiento específico, las 4C's y la de RCP; y que, además, utilizan test específicos acreditados para la evaluación de las mismas.

⁸⁶ Para las que propone un test de PC (Capítulo 6º).

⁸⁷ Aspecto que este marco conceptual aborda en el apartado siguiente.

Las competencias seleccionadas y priorizadas, entre las que se incluyen en la Fig. 6.8., para desarrollar la parte empírica de esta tesis son:

- Creatividad.
- Pensamiento crítico.
- Comunicación.
- Colaboración.
- Resolución colaborativa de problemas complejos (de cierta complejidad, adecuada para el alumnado).

Se han priorizado y elegido estas competencias por las siguientes razones:

- a. Había que seleccionar un número limitado y significativo de las mismas para su aplicación de campo en el aula.
- b. Se ha comprobado que están asociadas al PC.
- c. Son clave para el siglo XXI, la sociedad del conocimiento y el entorno VUCA⁸⁸.
- d. Los test acreditados para su evaluación debían ser asequibles, de manera gratuita.
- e. Atraen la atención e interés del alumnado.
- f. Permiten que las herramientas utilizadas sean económicas y hayan podido ser diseñadas (con significado), en este caso, por el propio investigador y en un tiempo razonable.
- g. Permiten subsumir otras competencias que, sin ser objetivo explícito para el marco empírico, son muy reconocidas como innovadoras de la educación: Aprendizaje basado en problemas (ABP)⁸⁹, creación de

⁸⁸ Aunque no son las únicas y, posiblemente, para diferentes personas puedan ser distintas a las seleccionadas.

⁸⁹ Que no hay que confundir con el 'aprendizaje basado en proyectos'.

comunidades de aprendizaje. Aprender a aprender y metacognición, por señalar algunas de ellas, (Zapata-Ros, 2015).

Los aspectos prácticos, su utilización en el aula y fuera del aula (mediante los vídeos grabados y subidos a la red), las herramientas diseñadas y las seleccionadas, los test utilizados, así como los resultados obtenidos, etc. Son objetivo de los siguientes capítulos.

VI.5.- Herramientas y recursos para el aprendizaje del PC en Primaria, Secundaria, Bachillerato y FP

En el apartado anterior (§ VI.4.) se trató de definir y conceptualizar el pensamiento computacional, en el caso de niños, adolescentes jóvenes, con especial incidencia en el alumnado de Primaria.

Una vez fijado el concepto o definición de PC, hay que especificar el propósito del mismo; es decir, ¿para qué se quiere desarrollar, aprender (enseñar) o entrenar? En este trabajo es para desarrollar, en niños y adolescentes, una serie de competencias que se consideran importantes para el siglo XXI. Estas, como se indicó para las competencias digitales, se pueden agrupar arbitrariamente en dos grandes categorías⁹⁰:

- a. **Específicas, o cuasi-específicas, del PC; que tienen mucho de carácter cognitivo específico de esta área de conocimiento científico.**
- b. **Más genéricas y transversales** (parte de las que se han denominado '*soft skills*'), que ni son exclusivas ni excluyentes del PC; aunque las herramientas computacionales ayudan a desarrollarlas, convenientemente orientadas y adaptadas. Son las que se han denominado, competencias no cognitivas' en la Fig.6.10.

⁹⁰ Aspecto que quedó pendiente de desarrollar en este apartado.

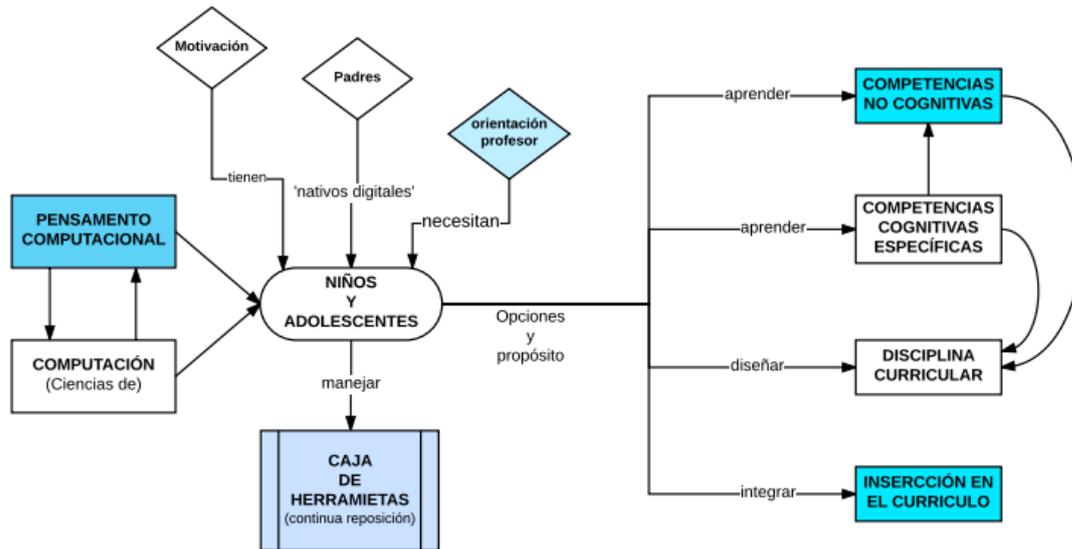


Fig.-6.10. Posible aproximación al desarrollo del pensamiento computacional, en niños y adolescentes.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez más se trata de un continuo, en uno de cuyos extremos se encuentra la ciencia de la computación y en el otro el resto de disciplinas, actividades y circunstancias vitales, no asimiladas ‘a priori’ con la computación. El pensamiento computacional se ‘mueve’ a lo largo de dicho continuo, según el propósito del proponente o la intención de la organización que lo va a utilizar. Las otras dos opciones, Fig. 6.10., corresponden al apartado (§ VI.6.).

Las que hemos dado en denominar⁹¹ “competencias cognitivas específicas”, fueron recopiladas y publicadas por S. Grover y R. Pea, (2013), y Román González (2016) las reproduce en su tesis (p.147). El título es significativo acerca de su contenido y de la relevancia de la propuesta, en la línea argumental que se sigue en la presente tesis:

⁹¹ Con cierta imprecisión, quizá; ya que ambas categorías se pueden solapar en algunas de las competencias.

VI.5.1.- Computational Thinking in K–12: A Review of the State of the Field.

Textualmente afirman⁹² (pp. 39-40):

The following elements are now widely accepted as comprising CT and form the basis of curricula that aim to support its learning as well as assess its development:

- *Abstractions and pattern generalizations (including models and simulations).*
- *Systematic processing of information.*
- *Symbol systems and representations.*
- *Algorithmic notions of flow of control.*
- *Structured problem decomposition (modularizing).*
- *Iterative, recursive, and parallel thinking.*
- *Conditional logic.*
- *Efficiency and performance constraints.*
- *Debugging and systematic error detection.*

Su primer párrafo es significativo: «Los siguientes elementos son aceptados ampliamente, en la actualidad, como compendio del pensamiento computacional y como base de los currículos, que tengan por finalidad su aprendizaje así como para su evaluación».

Su propósito es definir el PC como disciplina curricular, y no tanto las competencias o habilidades asociadas a dicha clase de pensamiento. No obstante, al ser elementos propios (¿y exclusivos?) del PC, permiten adquirir

⁹² La traducción en español se encuentra en la tesis, página indicada, de Román González. Aquí se ha preferido incorporar la versión original, con el objetivo de complementar y enriquecer la cita.

unas habilidades que son aplicables en otros ámbitos de la vida personal, profesional y social, distintos de la computación y de todo su ámbito cercano. Esta es la perspectiva que tiene que orientar al profesor y guiar el aprendizaje.

Entre los elementos que sugieren Grover y Pea (2013), hay algunos más relevantes que otros, desde la perspectiva de esta tesis, p.e.:

- Abstracción, [reconocimiento] y generalización de patrones (incluyendo modelos y simulaciones).
- El procesamiento sistemático de información.
- Noción algorítmica de control de flujo [diseño algorítmico]⁹³.
- Descomposición estructurada de problemas o tareas (división en partes o pasos más pequeños)⁹⁴.

La selección de estos cuatro elementos o fases es lo que Román González (2016) aprovecha para dar una definición psicológico-cognitiva del PC (en cuatro pasos cognitivos), *ECT* (2015); aunque realmente se trata de un procedimiento para abordar problemas más o menos complejos, dependiendo del desarrollo (cognitivo, afectivo, motor) de los aprendedores.

De la otra categoría de competencias, ‘más genéricas y transversales’, que es por las que se opta en esta tesis y por lo tanto en su investigación teórica, se han seleccionado las indicadas en el cuadro de este apartado; sin olvidar lo que allí se indicó de que existen más competencias asociadas (Zapata-Ros, 2015), semejantes a las que se trataron en el Capítulo V.

Hay un tipo de competencias que, por la cohorte de edades que se abordan, no se resaltan explícitamente, como ya se indicó en capítulos anteriores, aunque no se pueden olvidar, y hay que resaltar su relevancia en este apartado. Se trata

⁹³ Es decir desarrollar instrucciones precisas, para resolver un problema y sus análogos.

⁹⁴ La palabra ‘modularizar’ y, por lo tanto ‘modularización’ no existe en español, como correspondientes a las inglesas: ‘*modularize*’ y ‘*modularization*’.

de competencias, para dedicarse a la computación o no, que son relevantes para el **futuro del trabajo** en el siglo XXI. Como se nomina una web australiana: *The Future of Work. Setting Kids up for Success* (web) que se comentará posteriormente.

En este caso se trata de desarrollar competencias asociadas al pensamiento computacional, que sean de las que se han denominado 'más genéricas y transversales', utilizando una '**caja de herramientas**' (recursos y experiencias) propias de la computación en su sentido más amplio, adecuado y flexible, Fig. 6.8. El principal objetivo de este apartado es este aspecto.

Se trata de herramientas adecuadas al desarrollo psicológico-cognitivo de niños y adolescentes; en las que hay que utilizar su motivación para adquirir conocimientos y experiencias de tipo computacional, no orientadas hacia las ciencias de la computación (aunque sin excluirlas), sino a la adquisición de competencias clave para el siglo XXI.

Ya sabemos qué competencias se desean adquirir, aprender, desarrollar, entrenar y poner en práctica, orientadas hacia un buen fin o con principios éticos (no olvidar que siempre tenemos presente los aspectos educativos de la formación o instrucción).

El ¿cómo hacerlo? será utilizando ciertas herramientas computacionales de dicha caja y **con la pedagogía, experiencia y programación del profesor o maestro**⁹⁵. Los aspectos concretos para esta tesis se abordarán en la parte empírica de la misma.

En este apartado interesan las características generales y la tipología de dichas herramientas, de que se disponen hoy en día; teniendo en cuenta que es un

⁹⁵ Las tecnologías digitales siempre son una herramienta y no un fin en sí mismas; y más en las edades a que va dirigido este apartado del marco conceptual y esta tesis.

campo en continua innovación, y por lo tanto se trata de un cajón en continua reposición, Fig.6.10.

VI.5.2.- Cajas de herramientas computacionales

Se exponen, en primer lugar, las existentes a nivel global, ya que no conviene ‘perder de vista’ el estado de la cuestión a este nivel, en un mundo globalizado e hiperconectado.

Es importante presentar propuestas concretas, pero aún lo es más seleccionar sitios específicos donde los profesores, visitándolos regularmente, puedan construir y actualizar su propio banco de recursos, herramientas y aplicaciones.

Se presentan, como muestra, algunas de las propuestas que existen en este sentido para este nivel educativo:

VI.5.2.1.- *The Future of Work. Setting Kids up for Success*

Web conjunta del Regional Australia Institute y del Australia Broadband Network (nbn, compañía privada de banda ancha⁹⁶), ya citada (ECT). En su pestaña “diseño y desarrollo” (The Future of Work. Design and develop, web) presenta una tabla y una infografía que se considera pertinente reproducir en este apartado.

El lenguaje de programación visual educativo (‘buscar, arrastrar y dejar’) utilizado en este trabajo, *Snap!* (ver web), no figura en la misma, lo cual no tiene importancia; su equivalente en la Tabla 6.2. es *Scratch* (ver web). Este fue desarrollado en el *MIT Media Lab*, mientras que *Snap!* lo fue por J. Möning a partir de ideas y documentación de B. Harvey de la *UC Berkeley*.

⁹⁶ Innovadora alianza pública-privada (PPP)

Tabla 6.2.- Una propuesta de herramientas y recursos para que los niños se inicien

 Fuente: *The Future of Work*, 2016.

Resource	Audience	Platform	About	Skills
Scratch	Primary school	Website/ App	Website that lets kids create stories, games and animations. Projects not only let kids learn about computational programming but also design and connectivity.	Design and develop Hands on with tech Connect
Tynker	Primary and early high school	Website/ App	Tynker is a website and learning platform that provides a comprehensive learning experience for kids aged anywhere between 7 and 14 to learn programming in a fun and visual way. Tynker allows kids to create anything from apps, games and control robots with more than 1000 coding activities.	Design and develop Hands on with tech
Lightbot	Primary school	App	A app game that teaches kids to think computationally through interactive logic puzzles. The app introduces complex programming concepts in a simple and fun way.	Design and develop
Robot Turtles	Primary school	Board game	A board game that “sneakily” introduces the fundamentals of programming. The game not only introduces computational thinking but gives kids an early leg up on concepts that are applied in computer science classes at university level.	Design and develop
Computer Coding for Kids	All ages	Book	Key book to guide kids creating computer programs starting with the very basics. Making complex computer language simple and accessible, the book is a great tool for kids looking to take their first steps into programming or for kids who are already interested to learn more.	Design and develop
Code.org	High School	Website	Online resource to expand access for people interested in computer science. With a massive range of courses, tools and information, code.org aims to reach students no matter their skill level or background to inspire them in learning computer science.	Design and develop
Hadi Partovi TEDx talk	All ages	Video	This persuasive talk shows how essential and easy it is to gain basic understanding of computer science and how important it is to students of the future.	Design and develop Innovation

Snap! se inspiró en *Scratch*, aunque puede ser utilizado no solo por usuarios principiantes (incluidos los de la escuela primaria), sino también por los de niveles más avanzados, al incluir y expandir las características de *Scratch*. Esta plataforma se utiliza en la parte empírica (Capítulos VII y VIII) de la tesis.

El lenguaje de programación visual *Snap!* (*al igual que Scratch*), en su página web, ofrece herramientas para aprender otras competencias y habilidades, a partir del desarrollo del pensamiento computacional, mediante las siguientes categorías: resolución de problemas (*Problem solving*), habilidades o destrezas digitales (*Digital skills*), innovación (*Innovation*), conectar (*Connect*), la tecnología con las manos (*Hands on with tech*) y una serie de estudio de casos llevados a cabo (*Cases studies*).

En la pestaña más relevante de su página web para este apartado, se dice textualmente:

«No todo trabajo en el futuro requerirá que la gente sea capaz de codificar o programar. Aunque vivimos cada vez más en un mundo dominado por las computadoras, donde el software es un lenguaje en sí mismo. Ser capaz de pensar computacionalmente y comprender este lenguaje se está convirtiendo en algo tan importante como [lo fue antes] aprender a leer y escribir».

En dicha página se incluye una infografía, Fig. 6.11., con las principales competencias: pensamiento crítico, comunicación, y trabajo colaborativo necesarias para el trabajo del futuro; aunque se debe añadir que no solo para el trabajo, sino para sobrevivir en el futuro en todos los aspectos del ser humano.



Fig.- 6.11. Infografía con algunas competencias genéricas clave para el futuro del trabajo.

Fuente: *The Future of Work*, 2016.

VI.5.2.2.- *ISTE Computational Thinking Toolkit*

Se trata de una organización ya citada en la definición operativa del PC. Se puede acceder a las herramientas que selecciona desde su página web (*Sykora*, web). Presenta un sencillo, corto y motivador video, *Computational thinking: A digital age skill for everyone*, que ‘han subido’ a *YouTube*, para mostrar al alumnado.

Su relevancia es que se actualiza permanente, con nuevas sugerencias y orientaciones muy adecuadas para el profesorado⁹⁷.

VI.5.2.3.- *Kathy Schrock’s Guide to Everything (web)*

A diferencia de los agregadores y/o creadores anteriores, este sitio es el de una experta en tecnología educativa, con una experiencia en el uso de computadores desde 1972.

La pestaña de su sitio dedicada al pensamiento computacional, que es más que un compendio de herramientas y recursos, lleva un sugestivo título: *Computational Thinking, Design Thinking and Innovation*.

Relaciona el PC con un aspecto de la innovación educativa en auge: la metodología del pensamiento de diseño (*Design Thinking*) y con una competencia clave para el siglo XXI: innovación.

Pensamiento en el (o de) diseño es: “un pensamiento creativo para solucionar problemas, que requieren soluciones pensadas para el mundo real”, (*webScholastic*).

⁹⁷ Tiene recursos gratuitos y de pago, a precios asequibles (en dólares australianos).

VI.5.2.4.- *Center for Computational Thinking. Carnegie Mellon. Resources. Education. K-12 (web).*

Es interesante y pertinente, aparte de los recursos que ofrece, conocer cómo define su tarea:

«La actividad principal⁹⁸ del Center for Computational Thinking es PROBEs [abreviatura de PROBLEM-oriented Exploration], (Centre for Computational Thinking, 2010-2011)]. Una PROBE desarrolla y aplica conceptos informacionales novedosos, de manera que ilustren eficazmente el valor del pensamiento computacional, al mismo tiempo que se progresa en la investigación básica en ciencias de la computación. Algunas PROBEs aplican nuevos conceptos de investigación a problemas no tradicionales, para mostrar [qué y] cómo el pensamiento computacional puede mejorar el mundo (Wing, 2014)⁹⁹. Otras PROBEs descubren [y desarrollan] nuevos conceptos [modelos, patrones y metodologías] educativos, para enseñar [y aprender] el pensamiento computacional. Habitualmente en una PROBE existe una colaboración entre un investigador en ciencias de la computación y un experto del dominio en que se desea aplicar el constructo o resultado de la investigación conjunta».

En la actualidad el Centro está más orientado hacia la Robótica Educativa, *ROBOTC.net* (Baronett, 2015), donde también se pueden encontrar los consiguientes recursos y herramientas.

⁹⁸ Por lo menos mientras estuvo al frente de dicho Centro J.M.Wing.

⁹⁹ Es interesante la perspectiva social del PC que J.M. Wing desarrolla.

VI.5.2.5.- *MIT Media Lab (web).*

Este Laboratorio es referencia mundial de investigación en el campo en cuestión; han desarrollado aplicaciones y herramientas que han sido comercializadas por empresas multinacionales y nacionales.

Entre sus grupos de I+D+i destacan, en relación con esta tesis, los de: *Civic Media (Creating technology for social change)*, *Personal Robots (Building socially engaging robots and interactive technologies to help people live healthier lives, connect with others, and learn better)* y, sobre todo, el *Lifelong Kindergarten (Engaging people in creative learning experiences)*. Una línea de investigación actual está relacionada con el **Proyecto Scratch 3.0.**, que será la próxima generación de *Scratch*.

VI.5.2.6.- *CAS (Computing At School, Educate-Engage-Encourage), (web).*

Se trata de una organización británica, que puede considerarse una comunidad de aprendizaje, formada por maestros y profesores, que desarrollan su actividad en escuelas y que constituyen una red de trabajo colaborativo. Su propósito, estructura y metodología es francamente innovadora y se podría adaptar a las necesidades, prioridades y características de Canarias.

La misión de *Computing At School* es proporcionar liderazgo y orientación estratégica a todos aquellos que participan en la educación y formación mediante contenidos y actividades de computación en las escuelas, con un enfoque significativo pero no exclusivo en las ciencias de la computación [PC], dentro de un currículo de computación más amplio¹⁰⁰. Los profesores, solo pueden lograr la excelencia en la enseñanza [aprendizaje] de la computación mediante un adecuado diseño y desarrollo [sin olvidar la evaluación y valoración] en el aula [y

¹⁰⁰ Situación que se puede llegar a dar en el resto de Europa, incluyendo España; tanto para alumnado STEM, como no STEM, como ya ocurre con la orientación de las matemáticas al final de la educación obligatoria y en el bachillerato.

fuera de ella] de las habilidades, conocimientos, comprensión y actitudes asociadas con el currículo.

Entre sus muchos recursos gratuitos, ofrecen una práctica Guía para los profesores acerca del Pensamiento Computacional, (Dorling, 2015)¹⁰¹.

VI.5.2.7.- *LEGO Education*

Esta compañía danesa, como se indicó en (§ VI.4., S. Papert), es más que una firma dedicada a vender juguetes de construcción modular, y se ha convertido en un referente para la educación preescolar, primaria y secundaria en aspectos del PC y de la robótica educativa. Son significativas las líneas de productos –descargables gratuitamente- que presentan en su página web corporativa, en botones activos cuyo nombre se presenta a continuación traducido: máquinas y mecanismos; más para matemáticas; preescolar; inicio para contar relatos [software para visualizar cuentos]; construir para expresarse; hacemos; modelos para la vida; aprender a aprender.

Su proyección e impacto ha sido tan global y profundo que Google ha lanzado su: “*Google's programmable Lego-like blocks teach kids to code*” (*Google Research Blog*, 2016), (Irving, 2016), basado en las investigaciones, desarrollo e innovación del grupo que dirige el Prof. Paulo Blikstein de la *Stanford Graduate School of Education* (Brooke Donald, 2016).

VI.5.2.8.- *Global Family Research Project*

La Universidad de Harvard, en su *Graduate School of Education*, ha estado desarrollando el *Harvard Family Research Project* (1983), que en 2017 (1 de enero) ha pasado a denominarse *Global Family Research Project*, dejando de estar asociado a dicha Universidad. Este aspecto es muy relevante para esta investigación teórica, tal como se argumentó en (§ VI.2), con el propósito (no

¹⁰¹ Su Programa *Barefoot* para Primaria es un recurso muy útil y reconocido.

exclusivo ni excluyente) de que los padres sean los verdaderos “nativos digitales” que eduquen a los desamparados “nacidos digitales”.

Imberman, Stum & Azhar, (2014), en su *Computational thinking: expanding the toolkit*, hacen una revisión, a la que es conveniente acceder. También existen gran cantidad de libros, en general en lengua inglesa, sobre pensamiento computacional, codificación, robótica, *Scratch*, y *Arduino* para niños en la escuela.

En el uso de estos tipos de herramientas y recursos hay que tener muy presente las consideraciones pedagógicas que deben acompañarle: es el ¿para qué? y el ¿cómo?, y su relación con las competencias a desarrollar. Entre los aspectos más relevantes, y todavía abiertos, están: la formación inicial del profesorado y la valoración y evaluación de los aprendizajes alcanzados con el uso de estas herramientas y recursos, así como su relación con los resultados previstos y deseados.

Para profundizar en este aspecto del PC, desde diferentes perspectivas, se han seleccionado las siguientes fuentes adicionales: (Riley and Hunt, 2014), (Krauss and Boss, 2013), (Yadav, Hong and Stephenson, 2016), (Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambruch, S., & Korb, T., 2014), (Sentance and Csizmadia, 2015), (Selby, 2015), entre otras.

VI.5.3.- Evaluación del Pensamiento Computacional

Ya se ha indicado el procedimiento de evaluación de competencias asociadas al pensamiento computacional, por el que se ha optado, y que se trata con detalle en la investigación empírica (Capítulos VII, VIII y IX) de esta tesis doctoral.

Ahora bien, como se evidencia en las fuentes consultadas y referenciadas, el tema de la evaluación del pensamiento computacional, como una macro-

competencia para el siglo XXI, está lejos de haber encontrado un consenso generalizado y objetivo.

Román González, (2016), en su tesis dedica un apartado (3.3.) de su capítulo 3 a la evaluación del PC (págs. 205-225).

Textualmente comienza el planteamiento de esa cuestión con el siguiente párrafo:

Tal y como hemos visto en los apartados previos, se reconoce que aún no existe consenso, ni en una definición de 'pensamiento computacional' (PC), ni en cómo éste se desarrolla y se puede incorporar a los distintos sistemas educativos; existiendo una enorme variedad y heterogeneidad de intervenciones educativas al respecto (Lye & Koh, 2014). Igualmente, hay un enorme vacío sobre cómo evaluar y medir el PC, hecho que debe ser abordado. Así, se viene señalando desde hace varios años por diversos grupos de expertos (Fincher & Petre, 2004) la necesidad de poner el foco precisamente en "la evaluación de los aspectos cognitivos vinculados con la programación informática y la comprensión de las computadoras" (Holmboe, McIver, & George, 2001), esto es, del pensamiento computacional.

Dicho apartado lo organiza en dos amplios subapartados:

3.3.1.- Modelos de evaluación del pensamiento computacional.

3.3.2.- Instrumentos de medida del pensamiento computacional.

En primer lugar [afirma], revisamos un par de modelos comprensivos de evaluación del pensamiento computacional; en segundo lugar, revisamos instrumentos de medida del pensamiento computacional, haciendo especial hincapié en los dos que utilizaremos para el estudio de validez convergente de nuestro 'Test de Pensamiento Computacional': las 'tareas Bebras' y 'Dr. Scratch'.

Nos parece acertada la selección que hace en los dos modelos que elige, y que denomina respectivamente:

- a. Modelo de evaluación de MIT-Harvard.
- b. Modelo Multinivel Bender-Urrea.

Ya que se trata de dos de las investigaciones realizadas con mayor rigor y profundidad, se comentarán brevemente, cada uno de ellos, con la nomenclatura que el autor de la citada tesis les asigna; teniendo la precaución de enriquecer su aportación, en la línea de este marco conceptual que se está diseñando.

a.- Modelo de evaluación de *MIT-Harvard*.

El nombre se le asigna en función de la pertenencia académica de cada uno de sus principales investigadores: Karen Brennan (*Harvard University*) y Mitch Resnick (*MIT*).

A lo largo de 5 años, han ido desarrollando su '*computational thinking framework*', a través de la observación directa, entrevistas y análisis de proyectos de niños y jóvenes trabajando como diseñadores digitales interactivos (*'interactive media designers'*).

El contexto para la investigación y formulación de su modelo es [el ya citado] *Scratch*: una plataforma-lenguaje visual de programación 'por bloques' que permite a los niños y jóvenes crear sus propias historias interactivas, animaciones, juegos y simulaciones; y posteriormente compartir dichas creaciones a través de una comunidad online con otros jóvenes programadores alrededor del mundo (Maloney, Resnick, Rusk, Silverman, & Eastmond, 2010; Resnick *et al.*, 2009).

La fuente básica para conocer el alcance de este modelo es el artículo inicial de Brennan y Resnick (2012)¹⁰². Textualmente afirman en el mismo (pp.11): “*we now describe three approaches to assessing the development of Computational thinking in young people who are engaging in design activities with Scratch*”. Lo cual indica claramente el entorno o herramienta concreta en que son, en principio, aplicables las tres ‘aproximaciones’ complementarias para la evaluación que proponen¹⁰³:

- Análisis de portfolios¹⁰⁴ del proyecto.
- Entrevistas basadas en artefactos relacionados con el mismo.
- Desarrollo de escenarios (o situaciones) de diseño que se proponen y se ejecutan.

1ª Aproximación(o enfoque): Análisis de portfolios del proyecto.

«Cada miembro de la comunidad en línea *Scratch* tiene una página de perfil, que muestra sus creaciones, así como otras dimensiones de su participación, tales como proyectos que han facilitado y ‘*Scratchers*’ que siguen ellos».

2ª Aproximación: Entrevistas basadas en artefactos¹⁰⁵, relacionados con los desarrollos a ser evaluados.

«Al analizar los diferentes portfolios, de la aproximación 1ª, surgen numerosas preguntas, que pensaron y propusieron que las mejores respuestas podían recabarse hablando directamente con los ‘*Scratchers*’».

¹⁰² Se ha convertido en uno de los más citados, y quizá extensos (25 págs.) en este campo.

¹⁰³ Con las fortalezas y debilidades que tiene cada una de ellas, y que en el artículo se incluye como tabla (pp.22).

¹⁰⁴ FUNDEU; además: *portafolio, portafolios, historial* o *dosier*.

¹⁰⁵ RAE: Objeto, especialmente una máquina o un aparato, construido con una cierta técnica para un determinado fin. La palabra inglesa *artifact*, no tiene siempre el mismo significado que la española artefacto; significando sino más bien: ‘cualquier cosa (hecha por la habilidad humana) que se usa para cualquier intención’. Incluso tiene otro significado también: “*Something observed in a scientific investigation or experiment that is not naturally present but occurs as a result of the preparative or investigative procedure.*”

3ª Aproximación: Desarrollo de escenarios de diseño.

Su tercer enfoque para la evaluación fue el desarrollo de escenarios de diseño.

«Los escenarios fueron desarrollados en colaboración con investigadores del Centro de Desarrollo de la Educación (*EDC*) como parte de una beca de la *NSF* centrada en el desarrollo del pensamiento computacional a través de actividades de programación Scratch. A diferencia de los dos enfoques anteriores de evaluación, descritos en este documento, estos escenarios de diseño se usaron exclusivamente en las aulas. Los investigadores de EDC probaron esta herramienta de evaluación con un pequeño número de estudiantes, en una variedad de escuelas, en distintos grados y disciplinas».

El artículo y la propuesta finalizan con seis sugerencias para evaluar el pensamiento computacional, mediante la programación.

Como ninguna de las tres aproximaciones abarca las distintas dimensiones (tres) del marco conceptual para el PC¹⁰⁶, se recomienda la utilización coordinada y complementaria de los tres enfoques.

b.- Modelo Multinivel Bender-Urrea.

Román González, (2016), afirma (pág. 208):

Desde un punto de vista algo distinto, Walter Bender y Claudia Urrea proponen un modelo de evaluación multinivel, específicamente diseñado para valorar y hacer visible el impacto de las recientes reformas curriculares que están introduciendo la programación y el pensamiento computacional en los sistemas educativos (Bender & Urrea, 2015; Urrea

¹⁰⁶Conceptos, prácticas y perspectivas computacionales.

& Bender, 2012). Para ello, proponen una serie de recomendaciones y pautas de innovación evaluativa a tres niveles.

Este modelo se encuentra descrito en el monográfico de RED, (RED de la Universidad de Murcia, 2015) ya citado, (Bender and Urea, 2015), que anteriormente ya habían publicado un artículo (Urrea and Bender, 2012)¹⁰⁷.

Respecto a los instrumentos de medida, Román González (2016), escribe:

Contar con instrumentos validados de medida es algo necesario y valioso en cualquier área. Sin embargo, y por el momento, todavía existe un gran vacío de instrumentos de medida relativos al ‘pensamiento computacional’ (PC) que hayan pasado por un proceso completo de validación psicométrica (Mühling, Ruf, & Hubwieser, 2015). Tal y como afirman Buffum *et al.* (2015):

“Desarrollar medidas validadas del aprendizaje de los estudiantes es un área urgente de desarrollo para el campo, relativamente joven, de la educación en Ciencias de la Computación. Ello permitirá avanzar hacia una maduración de la disciplina, y equipararse al estado de otras como la Física y las Matemáticas, que ya desde hace tiempo han establecido sus pruebas de medida estandarizadas” (Buffum et al., 2015, p. 622)”

A pesar de la situación indicada, Dorling (2016) hace una propuesta de rúbricas para el pensamiento computacional, a la que se puede acceder a partir de la referencia que se incluye. Finalmente, aún sin agotar el tema, (Selby, Dorling and Woollard, 2014) publicaron un artículo con una visión de la evaluación desde una perspectiva más amplia que las utilizadas hasta entonces, aunque no se ha avanzado mucho en resolver los problemas planteados ante esta

¹⁰⁷ Inspirado en la colaboración y trabajo conjunto con el *Project Zero* y el *Reggio Children*.

actividad, absolutamente necesaria para introducir el PC en la escuela y en los distintos sistemas curriculares nacionales.

Como consecuencia, parece ser que por el momento no se ha encontrado una única metodología aceptada y consensuada para la evaluación; aunque esto no es relevante para este marco conceptual, ya que, posiblemente, “se construye caminando”.

VI.6.- Inclusión/Integración del pensamiento computacional en el currículo escolar.

Los aspectos concretos a abordar en este apartado, último del capítulo y del marco conceptual, se muestran en el mapa conceptual de la Fig. 6.12., en el que se relacionan con aspectos ya tratados.

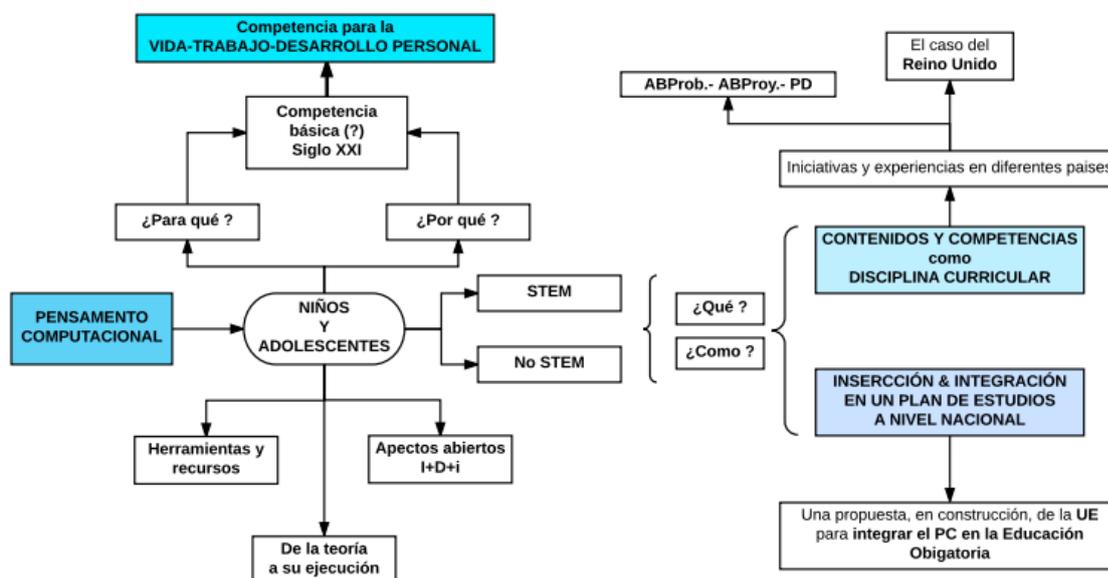


Fig.- 6.12. Mapa conceptual en que se relacionan aspectos ya tratados del PC, con los que se abordan en este apartado.

Fuente: Elaboración propia.

Se quiere resaltar que se habla, fundamentalmente, de pensamiento computacional, y no de codificación, ni de programación, robótica o gamificación¹⁰⁸; tampoco de herramientas o recursos concretos (§ VI.4 y §VI.5). Esta perspectiva es esencial en el caso de niños y adolescentes.

Se abordan dos aspectos básicos y complementarios, que se encuentran en 'la agenda' y previsiones de países, asociación/redes de organizaciones escolares, comunidades educativas, empresas comerciales (pequeñas y grandes)¹⁰⁹, escuelas y profesores innovadores y con visión de futuro¹¹⁰:

- a. Orientaciones, tendencias y realidades sobre pensamiento computacional en la escuela en la actualidad.
- b. Integración del pensamiento computacional en los planes de estudio de la educación obligatoria; y como consecuencia en preescolar, primaria y bachillerato, sin olvidar la FP en sus distintos grados.

Antes se quieren hacer unas breves reflexiones y preguntas, para las cuales las propuestas y respuestas de los distintos agentes de interés implicados serán diferentes y tan válidas como las que aquí¹¹¹ se puedan presentar, como modelos a adaptar y no como patrones a seguir.

¿Tiene sentido seguir manteniendo un catálogo de asignaturas en los planes de estudio, propio de otras épocas y sociedades anteriores a las actuales? Es cierto que han evolucionado, aunque quizá a ritmo lento y no en la dirección adecuada. Esta pregunta tiene sentido, ya que no pueden aparecer 'nuevas asignaturas', si no se eliminan o priorizan otras. Este planteamiento debería

¹⁰⁸ Realmente 'ludificación' (de lúdico) es la palabra más adecuada en español como se ha señalado (FUNDEU); aunque ni una palabra ni a otra están en el diccionario de la RAE.

¹⁰⁹ Es decir, organizaciones .com

¹¹⁰ Que se integran en redes supranacionales, para no seguir como 'llaneros solitarios', y terminar por abandonar sus iniciativas al 'perder' sus ilusiones.

considerarse para España, sin olvidar que estamos en un mundo global e hiperconectado.

En cuanto a la dirección adecuada o no, se plantea ya que parece ser que se ha orientado a la minusvaloración de las Humanidades y, concretamente, de la Filosofía, y el auge de la tendencia ‘educación y formación *STEM*¹¹². La clave está en decidir si la educación¹¹³ se basa en adquirir conocimientos concretos (y cuáles deben ser éstos) o competencias clave (y cuáles deberían ser estas), o una combinación ponderada y flexible de ambas.

¿Se pueden adquirir las mismas competencias a partir de diferentes conocimientos concretos? ¿En función de qué criterios se deben, o se pueden, seleccionar las ‘asignaturas’ que conforman un determinado plan de estudio? No obstante, es tan importante la selección de contenidos concretos como la forma de abordarlos (pedagogía, metodología) para su adquisición, evaluación y ejecución en la vida real.

¿Es posible y deseable una educación más personalizada e individualizada, que las TIC y el desarrollo del pensamiento computacional pueden favorecer?

¿Se deben plantear planes de estudio más flexibles que los actuales, que tienen orientaciones determinadas y fijas, que exigen elecciones y toma de decisiones a edades tempranas, y cuya rectificación/cambio no es sencillo? Esta flexibilidad afectaría también a la autonomía y diversidad de los centros, ante la uniformidad actual.

Realmente las respuestas no son sencillas, ya que implican cambios profundos (estructurales y coyunturales) en las tradiciones y tendencias educativas, que afectan a los legítimos intereses y derechos adquiridos de amplios colectivos

¹¹² Apostando por propuestas maximalistas y no equilibradas.

¹¹³ En los niveles indicados, que ni son homogéneos ni uniformes entre sí, ni dentro de ellos.

profesionales, que no han previsto o no han podido adaptarse a tiempo a un cambio previsible, necesario y que se oteaba en el horizonte.

La situación no es sencilla, pero antes ya se salió adelante en situaciones de cambio (que ahora es diferente y ocurre en un entorno VUCA nuevo, recordar Capítulo I). En el fondo late la finalidad que cada persona, organización, país, comunidad educativa y no educativa tengan acerca de la educación y la formación, así como en lo que (en consecuencia) consideren clave 'aprender' para el siglo XXI.

¿Por qué no se comienza con la intensificación en innovación educativa real (pedagógica, sobre todo) en la formación inicial de los graduados en informática de nuestras facultades; y en innovación tecnológica (orientada al pensamiento computacional) en los graduados en educación?

Román González (2016), en su tesis (pág. 225), hace un comentario que resulta pertinente y que corrobora varias consideraciones realizadas en este trabajo¹¹⁴:

... no existe una definición consensuada del PC, y se percibe una notable dispersión y confusión terminológica alrededor del mismo. Ello tiene que ver, en esencia, con que las Ciencias de la Computación han puesto tradicionalmente su foco en generar nuevas y mejores tecnologías, y no tanto en construir un corpus sistemático de conceptos para ser sometidos a transmisión y medición educativas, en especial en las etapas pre-universitarias; hecho que debemos contribuir a paliar si deseamos que las Ciencias de la Computación se integren con fuerza en el corazón de nuestros sistemas educativos.

Por otra parte, ¿en las escuelas y colegios, hay que ir hacia un nuevo currículo que no esté basado en asignaturas, con poca o nula coordinación entre ellas? ¿O más bien a un aprendizaje basado en proyectos, en la resolución de

¹¹⁴ Ambos compartimos la misma formación inicial, de grado y de maestría.

problemas, y en el pensamiento de diseño? En la Fig. 6.12 se ha incluido el caso del Reino Unido, aunque también se ha llevado a cabo en otros países; incluso en España, las escuelas, colegios y profesores visionarios e innovadores ya lo hacen, sin esperar a que el BOE (o el BOC, en Canarias) cambie la situación.

La situación puede crear nuevas desigualdades sociales de oportunidades, ya que las personas, y sus entornos, que tengan medios (no necesariamente económicos, aunque también) buscarán y encontrarán la forma, que cada persona podrá aprovechar o no. Pero, ¿y el resto?

Por ello, se aborda este apartado desde la perspectiva de lo menos problemático: el cambio por mimetismo. ¿Qué se está haciendo realmente en la actualidad en el mundo, y particularmente en Europa y España? ¿Qué previsiones tiene la UE?

VI.6.1.- Orientaciones, tendencias y realidades¹¹⁵ sobre pensamiento computacional en la escuela.

Se trata de identificar el punto de partida (orientaciones, tendencias y realidades) que ayude a priorizar los contenidos y competencias del PC como contenido curricular, que es el objetivo del segundo aspecto básico (y complementario de este primero) a tratar, Fig. 6.12.

Como característica inherente a todo este marco conceptual, se propone no centrarse en un único caso, actividad o herramienta utilizada; esta diversidad en la pluralidad facilita, a los diversos agentes de interés, elegir su propia alternativa y camino a seguir.

Existen dificultades para pasar a la acción y ejecución, en relación con el PC, en las escuelas y en estos niveles¹¹⁶; cada quién hace lo que puede o sabe. Lo

¹¹⁵ En distintos formatos': Programa-curso, actividad escolar o extraescolar, familiarización con herramientas y recursos concretos, etc.

¹¹⁶ No es sencillo encontrar casos prácticos del desarrollo del 'pensamiento computacional' en niños y adolescentes, que no estén basados y vinculados en herramientas o a recursos específicos.

importante, como se afirmó anteriormente, es ‘hacer camino al nadar’, caminando en la dirección (y el sentido) adecuado, sabiendo dónde se quiere llegar (el sentido o finalidad).

Se pueden señalar, al menos, dos grandes categorías de dificultades:

- a. La falta, como indica Román González (2016)¹¹⁷, de un corpus sistemático en relación al qué y al cómo del PC en los niveles educativos y formativos pre-universitarios. El para qué y el por qué ya han sido expuestos. Se trata de una área de I+D+i a desarrollar, tanto en los departamentos universitarios, como en las escuelas y colegios.
- b. La segunda la expresa perfectamente el título de una reflexión de la columnista Vaidyanathan (2013) en *EdSurge News: We Need Coding in Schools, but Where are the Teachers?* Y eso que se refiere a la codificación y no al PC, que es más complejo, profundo e importante. La misma autora tiene otra columna, ya citada (2015), sobre: *Computer Science Goes Beyond Coding*.

En relación con estas dificultades, hay un planteamiento en relación con el PC que nos parece relevante: «el desarrollo del PC en contextos en los que **no hay** que programar un *computer*», (*Workshop of the National Research Council of the National Academies*, 2010); en el mismo se citan tres ejemplos de su uso, bajo esta perspectiva. Este informe se puede descargar de forma gratuita en: <https://www.nap.edu/download/12840>

El criterio inicial al diseñar este apartado fue buscar qué se había hecho (y qué se estaba haciendo) en relación al programa-curso orientado hacia el PC. La respuesta, humilde¹¹⁸, es que no hay prácticamente nada, aunque sí iniciativas

¹¹⁷ Aunque nuestro planteamiento va más allá de la “transmisión y medición” educativa, como consecuencia de los conclusiones parciales de los capítulos anteriores a éste.

¹¹⁸ Ya que la información existente es extensa; y, además, en ocasiones se le denomina PC a lo que, que no es poco, la familiarización con una herramienta para el mismo o partes del mismo: codificación, *software*, robótica, videojuegos, etc.

prometedoras. Sí que abundan, que ya es un paso, las relacionadas con herramientas y/o componentes del PC.; la intención es fijarnos en algunos casos prácticos y reales que se llevan a cabo.

Por otra parte, se intenta no referenciar artículos, proyectos o líneas de investigación¹¹⁹, sino casos prácticos que se estén impartiendo ya en aulas de educación infantil, primaria, secundaria, bachillerato y formación vocacional (nuestra FP).

Las principales iniciativas tienen lugar en EE.UU., Reino Unido; y, en España, parece ser que en la Comunidad de Madrid y en la Valenciana; aunque en todas las restantes existen iniciativas ejemplares en centros y de profesores que apuestan por el PC, a través de cualquiera de sus variantes. Román González (2016), (Cap. 4, 5, 6 y 7, además de estar en la parte empírica) cita casos de centros y profesores de toda la geografía española que han contribuido en sus encuestas.

Se cree relevante volver a fijarnos en las fuentes originales y pioneras, que se actualizan constantemente. Es el caso de Wing (2008), según ella PC es resolver problemas de los siguientes tipos [entre otros], que es una verdadera y nueva definición operacional del PC¹²⁰:

How difficult is this problem and how best can I solve it?

– Theoretical computer science gives precise meaning to these and related questions and their answers.

- *C.T. is thinking recursively.*
- *C.T. is reformulating a seemingly difficult problem into one which we know how to solve.*

¹¹⁹ A no ser que sean de referencia y sirvan para la orientación desde la visión de este marco conceptual.

¹²⁰ Se cree pertinente reproducirlos en inglés, para evitar sesgos (intencionados o no) en su traducción.

– *Reduction, embedding, transformation, simulation*

- *C.T. is choosing an appropriate representation or modeling the relevant aspects of a problem to make it tractable.*
- *C.T. is interpreting code as data and data as code.*
- *C.T. is using abstraction and decomposition in tackling a large complex task.*
- *C.T. is judging a system's design for its simplicity and elegance.*
- *C.T. is type checking, as a generalization of dimensional analysis.*
- *C.T. is prevention, detection, and recovery from worst-case scenarios through redundancy, damage containment, and error correction.*
- *C.T. is modularizing something in anticipation of multiple users and prefetching and caching in anticipation of future use.*
- *C.T. is calling gridlock deadlock and avoiding race conditions when synchronizing meetings.*
- *C.T. is using the difficulty of solving hard AI problems to foil computing agents.*
- *C.T. is taking an approach to solving problems, designing systems, and understanding human behavior that draws on concepts fundamental to computer science.*

Finalmente invita a sus lectores a que le envíen los ejemplos favoritos de cada uno.

Las preguntas pertinentes podrían ser:

¿Qué tipo de competencias y destrezas desarrollan estas actividades?; ¿se miden?, ¿se evalúan? ¿Se trata de competencias cognitivas asociadas al PC o también de las denominadas 'blandas' o de 'competencias transversales / genéricas asociadas, aunque no de forma exclusiva y excluyente, al PC? ¿Son importantes las iniciativas de desarrollo del PC, sin *computers*, como han sugerido algunos investigadores?

¿Se trata de una cuestión de necesidad, de oportunidad, de moda, etc.? ¿Por qué no se habla también de 'pensamiento científico', 'pensamiento social', o 'pensamiento medioambiental', por citar algunos? Desde luego, ya se ha visto que el hecho digital es la gran novedad y, posiblemente, paradigma (en un sentido laxo de la palabra) del siglo XXI.

Los niños y adolescentes, sobre todo los primeros, **¿cómo acceden, empiezan¹²¹, a una educación y formación inicial en PC?**, se interprete el mismo de unas formas o de otras.

Mediante:

- Contenidos, no tanto competencias, que se les dan en alguna clase reglada de Informática, Tecnología, Programación, etc.
- Actividades extraescolares: curso-programa:
 - Propias escuelas, colegios.
 - Universidades: Facultades de Informática y/o Computación.

¹²¹ Con continuidad y seguimiento o no.

- Educación no formal.
 - Programas formativos de grandes multinacionales, con esta orientación: *Lego, Apple, Google, Microsoft, etc.*
 - Organizaciones, con ánimo de lucro, del tipo .com
 - Campamentos específicos de verano.
- Concursos y premios nacionales e internacionales: Lego, Microsoft, Bebras-Tetris, etc.
- Legislando al efecto: como la Comunidad de Madrid¹²².

VI.6.2.- ¿Qué se está haciendo en el mundo, en este sentido?

Algunos casos reales, como muestra de lo que está ocurriendo en el mundo¹²³:

a.- EE.UU.: la moda y la campaña por la necesidad de cubrir trabajos en el futuro, basados en una educación y formación actual STEM en K-12 y grados inferiores.

Dentro del programa impulsado por el Pte. Obama, ya citado, de *Computer Science for All*.

En las escuelas elementales y primarias a través, sobre todo, de la codificación y la robótica elemental. La propuesta, parece ser, que es que aprendan codificación (visual y física) desde el jardín de infancia (Mims, 2012): *How Young Is Too Young to Learn to Code?*¹²⁴. Un serie de recursos, para niños desde siete años son: *Kids Code Jeunesse, National Girls Learning Code Day*,

¹²² DECRETO 48/2015, de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. Introduce una asignatura de Programación, optativa, en 4º de la ESO, para posteriormente extenderla a otros cursos.

¹²³ El orden no implica prioridad, ni recomendación.

¹²⁴ Visión con la que se puede estar de acuerdo o no; aunque a esas edades se trata de una manera de jugar, de entretenerse y de desarrollarse.

Robot Turtles, SCRATCH [y SCRATCH Jr.], Raspberry Pi, LEGO WeDo, Kodable y Tynker, entre otros (Missio, 2015).

Algunas iniciativas notables¹²⁵:

1.- STEAM Lab in South Fayette Intermediate School in South Fayette, Pennsylvania

Ha montado, y utilizan, diferentes laboratorios en los que se observa cómo el "pensamiento computacional" y la resolución colaborativa de problemas están transformando algunas aulas (Berdik, 2015).

2.- Boston Public Schools.

La *BPS* es una comunidad escolar que se compromete a proporcionar la base tecnológica, la visión, el liderazgo y el apoyo a los miembros de la comunidad de las Escuelas Públicas de Boston en el uso de la tecnología como una herramienta para alcanzar sus metas académicas y operacionales, así como para aumentar el desempeño estudiantil y reducir la brecha en las evaluaciones (*BPS*, n.d.).

3.- Berkeley Foundation for Opportunities in Information Technology (BFOIT)

Se trata de una Fundación cuya misión es aumentar el número de minorías étnicas históricamente sub-representadas y de las mujeres que siguen carreras en informática y TIC¹²⁶. Su tarea se logra mediante la colaboración del sistema universitario de California (se inició por la *University of California Berkeley's (UCB) Electrical Engineering and Computer Science (EECS) Industrial Advisory Board* en 1999) con el sistema público de escuelas elementales, intermedias, de bachillerato (*high school*), comunitarias y vocacionales de Estado,

¹²⁵ Entre otras muchas, que se podrían referenciar.

¹²⁶ Intenta disminuir brechas tradicionales en dicho Estado de raza, etnicidad y de género mediante esta forma.

(Crutchfield, Harrison; Haas; Garcia, Humphreys, Lewis, Khooshabeh, 2011),
Fig. 6. 13.



Fig. 6.13.- Ilustración que simboliza la esencia de la BFOIT
Fuente: Crutchfield et al., 2011

4.- *The Hour of Code* (La hora del código¹²⁷)

“La Hora del Código es un movimiento global, que llega a decenas de millones de estudiantes en más de 180 países. Cualquier persona, en cualquier lugar del mundo puede organizar una Hora del Código. Los tutoriales, de una hora de duración, están disponibles en más de 30 idiomas. No se necesita experiencia. Para edades entre 4 y 104 años”, (*Hour of Code web*, en español).

¹²⁷ La organización la denomina, también, la hora de la ‘programación’.

Román González (2016) la aborda en profusión en su tesis, tanto en la parte teórica (Capítulo 2) como en la empírica (Capítulo 5), ya que es el primer estudio que la analiza como trabajo de campo. Como afirma: “es el mayor evento a nivel mundial para la promoción del aprendizaje de la programación informática (coloquialmente ‘coding’) en las escuelas”. Es utilizado en muchas escuelas e institutos de toda la geografía española, incluyendo Canarias. La cita última incluye la relación de centros con los que ha contactado el autor en su estudio.

5.- Code Organization (*code.org web*)

En su página web principal se afirma: “Cada alumno de cada escuela debería tener la oportunidad de aprender Ciencias de la Computación”. Se trata de una organización sin ánimo de lucro, que tiene un extraordinario y poderoso elenco de colaboradores/simpatizantes/patrocinadores:

Diane Tang and Ben Smith, Bill and Melinda Gates Foundation, Reid Hoffman, Microsoft, Ali and Hadi Partovi, The Marie-Josée and Henry R. Kravis Foundation, Google, Facebook, Sean Parker, Verizon, Omidyar Network, Bill Gates, Drew Houston, Ballmer Family Giving, Salesforce, John and Ann Doerr, Quadrivium Foundation, BlackRock, Infosys Foundation USA, Amazon Web Services, Mark Zuckerberg and Priscilla Chan, Jeff Bezos.

Román González (2016) también la aborda en su Capítulo 7, en el evalúa el “curso ‘K-8 *Intro to Computer Science*’ de *Code.org*”, que previamente había descrito en el Capítulo 3 de la parte teórica.

Así afirma:

‘K-8 Intro to Computer Science’ es un curso gratuito que tiene como objetivo desmitificar las ciencias de la computación y mostrar a los estudiantes *K-8* que su aprendizaje puede ser divertido, colaborativo y creativo. El curso está diseñado con el fin de motivar a estudiantes y

educadores para proseguir en el futuro con el aprendizaje de las ciencias de la computación, mejorando así las relaciones entre la escuela y el mundo real, progresivamente más tecnológico y digital; promoviendo las conexiones entre educación y la vida cotidiana, repleta de objetos programables. Este curso enseñará a los estudiantes acerca de las ciencias de la computación, tratando de desarrollar su pensamiento computacional y sus habilidades básicas de programación (págs. 192 y 193).

Por último, con este curso los educadores tendrán la oportunidad de fomentar un ambiente de aprendizaje colaborativo que haga hincapié en la toma de riesgos. Se enseña que “el éxito no viene en el primer intento, al igual que los problemas más difíciles del mundo no se resuelven en el primer intento. El desafío es bueno cuando es apoyado por planes y herramientas que conducen al éxito”. Este curso ayudará a los estudiantes a perseverar en la solución de problemas.

... el curso sigue un modelo *'b-learning'* (*'blended learning'*) de enseñanza de las Ciencias de la Computación, lo cual implica que los estudiantes aprenden a partir de una mezcla de actividades autoguiadas de *'coding on-line'*; y de actividades sin conexión (*'unplugged'*), que son dirigidas de manera más tradicional por el profesor sin necesidad de uso del ordenador, (págs. 455 y 56).

Es muy relevante su afirmación:

Todos los centros participantes en la investigación (a excepción de la Escola La Masía) son Institutos de Educación Secundaria (IES) de la Comunidad Valenciana que están integrados en la red de innovación *'IT Teaching'*, cuyo objetivo es la utilización del inglés como lengua vehicular de la asignatura optativa de Informática.

Y es relevante porque indica la orientación y potencialidad de centros de la Comunidad Valenciana (todos son centros de dicha Comunidad) en el desarrollo inicial del PC, y que aplican esta herramienta para reforzar el aprendizaje de una segunda lengua (inglés), en un aprendizaje colaborativo en red, en competencias no cognitivas específicas de la asignatura (ya que se trata de Informática).

b.- El caso de Inglaterra.

En Europa destacan las iniciativas de Inglaterra. Se pueden ilustrar en dos de ellas y en la actitud decidida de su Gobierno a la hora de legislar al efecto:

1.- Computing at the School (CAS), (web).

Se trata de una iniciativa ya comentada (§ VI.5.f), que aquí se analiza desde una perspectiva distinta a la anterior. Su misión, allí expresada, es reveladora y orientadora en relación con este subapartado, tanto en este punto como en el segundo a considerar.

Aquí interesan los siguientes aspectos de dicha iniciativa:

- a. Se trata de una comunidad de aprendizaje colaborativo en red (orientada al apoyo del profesorado), centrada en el PC como indican en su misión. Su principal objetivo es impulsar y facilitar la excelencia en la educación en Ciencias de la Computación dentro del sistema curricular británico¹²⁸, Fig. 6.14.
- b. Está impulsada y formada por una alianza estratégica entre el Ministerio de Educación de Inglaterra, diversas universidades del Estado, investigadores y practicantes y empresas dedicadas a la informática (entre las que destaca, como es natural, *Microsoft*). Por lo tanto es un Proyecto de Estado estratégico.

¹²⁸ Aspecto que es el objetivo del siguiente punto b de este subapartado (la integración curricular del PC).

- c. Dicha comunidad se denomina “*CAS Barefoot*” (web), que aporta su propia definición de PC.
- d. Se desarrolla como consecuencia de la implantación, y la consiguiente necesidad de dotar de contenido operativo a la iniciativa, y de la necesidad de su seguimiento de un nuevo currículo en Ciencias de la Computación a nivel nacional, (*Gov. U.K. Department for Education, 2013*). El mismo se implantó (curso 2014-2015) en todas las etapas educativas obligatorias (desde los 5 a los 16 años).
- e. Sus contenidos se orientan a la programación informática, desde la perspectiva del PC.



Fig.- 6.14. Objetivos de la Comunidad “*CAS Barefoot*”

Fuente: Web “*CAS Barefoot*”

A partir de su definición de PC (*CAS Barefoot, 2015*) han elaborado un marco para su desarrollo en el aula, Fig. 6.15. El PC, en su marco, incluye **6 conceptos** (‘lógica’, ‘algoritmos’, ‘descomposición’, ‘patrones’, ‘abstracción’, y ‘evaluación sistemática’) y **5 aproximaciones** (‘experimentación’, ‘creación’, ‘depuración’, ‘perseverancia’, y ‘colaboración’). Por lo tanto, sin restarle ni un ápice de valor a la tarea, que es magnífica, se trata de una orientación hacia el desarrollo de capacidades cognitivas (y genéricas/transversales) relacionadas con el PC; lo importante es cómo se orienta el curso, y cómo se aprenden y se integran dichas capacidades transversales.

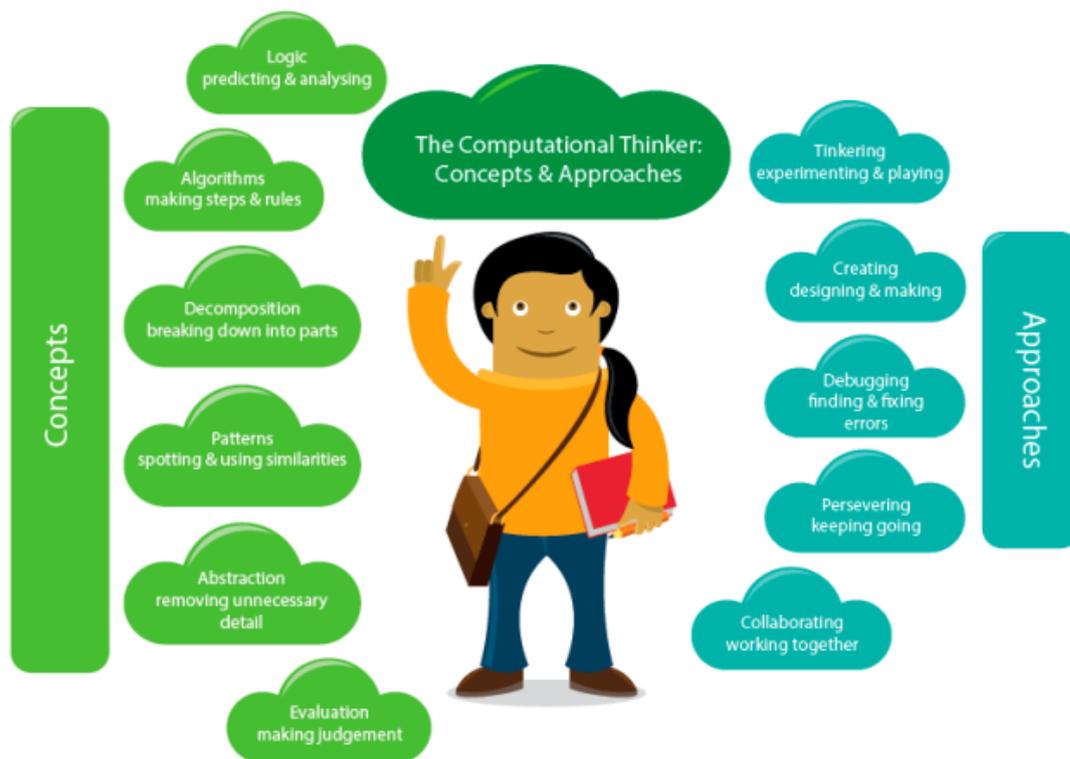


Fig.- 6.15. Infografía del marco conceptual del curso «Pensador computacional».

Fuente: *Computational Thinking: A Guide for Teachers, 2015.*

Román González (2016), en su tesis (págs. 154-158), “analiza cada uno de los conceptos y aproximaciones propuestos con algo más de detalle, en los términos en que aparecen expuestos originalmente.

2.- Proyecto de apoyo de la BBC a la educación, Bitesize, en el módulo dedicado a las Ciencias de la Computación y, especialmente, Pensamiento Computacional

Bitesize es un proyecto de la BBC (*BBC Bitesize, n.d.*) dedicado al apoyo de profesores, padres y alumnado, en distintas materias de primaria y secundaria. Entre ellas hay un módulo dedicado a las nuevas (en su currículo) Ciencias de la Computación, y dentro de ella a la materia PC (*Bitesize Computer Science, n.d.*), que es muy adecuado para los propósitos de este subapartado de marco conceptual.

3.- Compromiso del Gobierno y del Parlamento de Inglaterra.

En el apartado b.1.b. (del caso de Inglaterra) ya se indicó la decisión de su Gobierno¹²⁹. Igualmente se pueden recoger las palabras del entonces Ministro de Educación, M. Gove (Gov, UK, 2014) a la Conferencia BETT¹³⁰, acerca de cómo la tecnología y la computación están cambiando la educación. También el periódico *The Guardian* colaboraba con la iniciativa, con este significativo titular: “*Coding at School: a parent’s guide to England’s new computing curriculum*”, (Dredge, 2014).

Se ha citado lo anterior por varias razones: el compromiso del Gobierno y el Parlamento de un país, el apoyo de los medios de comunicación relevantes, y la percepción -como se afirmaba en los dos apartados primeros de este capítulo VI- de que los padres se impliquen en la educación de sus hijos y sean los verdaderos ‘nativos digitales’, que orienten a los ‘náufragos digitales’, especialmente motivados y expertos en determinados aspectos de estas tecnologías.

Para finalizar, se referencia un blog (Ostapchuk, 2017) que incluye actualizadas 25 direcciones de sitios web para enseñar-aprender codificación (no pensamiento computacional) en la escuela.

VI.6.3.- La situación actual en Europa

En *European Schoolnet* (Balanskat, and Engelhardt, 2015), *Computing Our Future*, se analizan las prioridades, currículos escolares e iniciativas a través de Europa, en relación con la programación y codificación de computadoras. En ella destacan una serie de tablas (visuales) que se ilustran a continuación por su significado y facilidad de lectura: Tabla.6.3., Tabla 6.4. Hay que tener en cuenta que los datos los suministró la entidad nacional de cada país, que

¹²⁹ Que salió adelante durante la coalición de gobierno, 2010-2015, de los conservadores y liberales.

¹³⁰ La anterior *British Educational Training and Technology Show*.

contestó a la encuesta. En el caso de España fue el Ministerio de Educación, Cultura y Deportes.

Tabla 6.3.- Razones para integrar la codificación en el currículo / (se resaltan los países que aún están decidiendo integrarla)

Fuente: *European Schoolnet* (Balanskat, and Engelhardt, 2015).

	FOSTERING LOGICAL THINKING	FOSTERING PROBLEM SOLVING	ATTRACTING STUDENTS INTO ICT	FOSTERING CODING SKILLS	FOSTERING ICT EMPLOYABILITY	FOSTERING OTHER KEY COMPETENCES
AUSTRIA	●	●	●	●	●	●
BELGIUM (NL)			●		●	●
BULGARIA	●	●	●	●		
CZECH REPUBLIC	●	●	●	●	●	●
DENMARK	●	●				●
ESTONIA	●	●	●			●
FINLAND	●	●		●		
FRANCE			●		●	●
IRELAND	●	●	●	●		●
ISRAEL	●	●	●	●	●	●
HUNGARY	●	●				
LITHUANIA	●			●		
MALTA			●	●		
POLAND	●	●	●	●	●	●
PORTUGAL	●	●			●	●
SPAIN	●	●		●		●
SLOVAKIA	●	●				
UK (ENGLAND)	●	●	●	●	●	

Tabla 6.4.- Prioridades en materia TIC (se resaltan los países que todavía las están decidiendo).

Fuente: *European Schoolnet* (Balanskat, and Engelhardt, 2015).

	DIGITAL COMPETENCE	ICT AS A TOOL FOR LEARNING	ICT USER SKILLS	ICT TO DEVELOP KEY COMPETENCES	COMPUTING AND CODING SKILLS
AUSTRIA	●	●	●		
BELGIUM (NL)	●	●		●	
BELGIUM (FR)	●	●	●	●	
BULGARIA	●		●		●
CZECH REPUBLIC	●	●		●	●
DENMARK	●	●	●	●	
ESTONIA	●	●	●	●	●
FINLAND	●	●		●	●
FRANCE	●	●	●	●	●
IRELAND	●	●		●	●
ISRAEL	●	●	●		●
HUNGARY	●		●	●	
LITHUANIA	●	●	●	●	●
MALTA			●		
NORWAY	●	●			
NETHERLANDS					
POLAND	●	●	●	●	●
PORTUGAL	●	●		●	
SPAIN	●	●	●	●	
SLOVAKIA	●	●		●	
UK (ENGLAND)	●		●		●

La Tabla 6.5. indica una característica importante, en el caso de España, en cuanto a qué nivel territorial se decide la integración curricular. En España tiene lugar a un doble nivel: nacional y regional (como en Bélgica¹³¹ y Finlandia), es decir, de cada Comunidad Autónoma; con lo que llama la atención que la fuente

¹³¹ En Bélgica (Flandes) tiene lugar a nivel local.

de datos sea solo el Ministerio Estatal. Esto da lugar, en la práctica, a equilibrios difíciles y a desigualdades en la integración y en su ejecución.

Tabla 6.5.- Nivel legislativo que decide la integración (se resaltan los países que todavía se están planteando integrar la codificación)

Fuente: *European Schoolnet* (Balanskat, and Engelhardt, 2015).

	NATIONAL	REGIONAL	SCHOOL LEVEL	STARTING YEAR
AUSTRIA	●			
BELGIUM (NL)		●		
BULGARIA	●			
CZECH REPUBLIC			●	
DENMARK	●			2014
ESTONIA	●		●	
FINLAND	●	●	●	2016
FRANCE	●			2016
HUNGARY	●			1995
IRELAND	●		●	2014
ISRAEL	●			1976
LITHUANIA	●		●	1986
MALTA	●			1997
POLAND	●			1985
PORTUGAL	●			2012
SLOVAKIA	●		●	1990
SPAIN	●	●		2015
UK (ENGLAND)	●			2014

En la Tabla 6.6. se observa que en más países que en 2014, concretamente en diez, la han integrado (Estonia, Francia, Israel, España, Eslovaquia, Reino Unido (Inglaterra)) o la integrarán (Bélgica, Flandes, Finlandia, Polonia, Portugal) a

nivel de primaria. En el Reino Unido (Inglaterra) y Eslovaquia es una asignatura obligatoria en la enseñanza primaria.

Los países que todavía tiene previsto integrar la codificación (columna de la izquierda) se resaltan en azul: los que les falta hacerlo en la educación obligatoria se identifican mediante un punto rojo. En amarillo, como en todas las tablas, los que ya la han integrado en la educación obligatoria.

Tabla 6.6.- Integración por el nivel educativo en el que tiene lugar.

Fuente: *European Schoolnet* (Balanskat, and Engelhardt, 2015).

	PRIMARY	LOWER SECONDARY (GENERAL)	LOWER SECONDARY (VOCATIONAL)	UPPER SECONDARY (GENERAL)	UPPER SECONDARY (VOCATIONAL)	DEPENDS ON REGIONAL OR SCHOOL CURRICULA
AUSTRIA		●		●	●	●
BELGIUM (NL)	●	●	●			
BULGARIA				●	●	
CZECH REPUBLIC					●	●
DENMARK		●		●	●	
ESTONIA	●	●	●	●	●	●
FINLAND	●	●				
FRANCE	●	●		●		
HUNGARY				●	●	
IRELAND		●				●
ISRAEL	●	●	●	●	●	
LITHUANIA		●		●		
MALTA				●		
POLAND		●		●	●	●
PORTUGAL		●			●	
SLOVAKIA	●	●	●	●	●	
SPAIN	●	●		●		●●
UK (ENGLAND)	●●	●●		●●		

Y, por último, en la Tabla 6.7. se muestra la forma como se realiza la integración curricular. En la misma se observa que, en España, se integra como una

asignatura o materia, con la denominación genérica de Tecnología/TIC (incluso informática). Finlandia será el primer país en integrarla como disciplina interdisciplinar.

Tabla 6.7.- Forma de llevar a cabo la integración curricular

Fuente: *European Schoolnet* (Balanskat, and Engelhardt, 2015).

	SEPARATE SUBJECT	IN THE GENERAL ICT/ TECHNOLOGY COURSE	IN OTHER SUBJECTS AS CROSS-CURRICULAR APPROACH
AUSTRIA	Software Development	Depends on regional or school curricula	Depends on regional or school curricula
BELGIUM FLANDERS	Not decided yet	Not decided yet	Not decided yet
BULGARIA	Informatics		
CZECH REPUBLIC	Varies (e.g. Programming) Depends on regional or school curricula	Depends on regional or school curricula	Depends on regional or school curricula
DENMARK	Depends on regional or school curricula	Depends on regional or school curricula	Physics, Chemistry, Maths
ESTONIA	Depends on regional or school curricula	Depends on regional or school curricula	Maths, Technology, Informatics Depends on regional or school curricula
FINLAND			Especially in Mathematics
FRANCE		X	Mathematics, technology
HUNGARY	Informatics	X	X
IRELAND	Coding		Depends on regional or school curricula (e.g. Scratch in primary)
ISRAEL	Computer science	X	
LITHUANIA		X	
MALTA	Computer studies		
PORTUGAL		Depends on regional or school curricula	
POLAND	Informatics	X	
SLOVAKIA	Programming/ Informatics Depends on regional or school curricula	X	Vocational subjects
SPAIN		Depends on regional or school curricula	Mathematics Depends on regional or school curricula
UK (ENGLAND)	Computing	Depends on regional or school curricula	Depends on regional or school curricula

Se observa que hay países de los que no se dispone de información, entre los que se encuentran: Alemania, Suecia, Italia (que sí participó en el estudio de 2014), Suiza, etc.

Las Tablas se complementan con una infografía de los mismos autores, en un post complementario publicado posteriormente al trabajo fundamental (Balanskat, *and* Engelhardt, 2015b), Fig.6.16.

La infografía, para una mejor visibilidad y encaje, se ha descompuesto en cuatro partes (a,b,c,d).

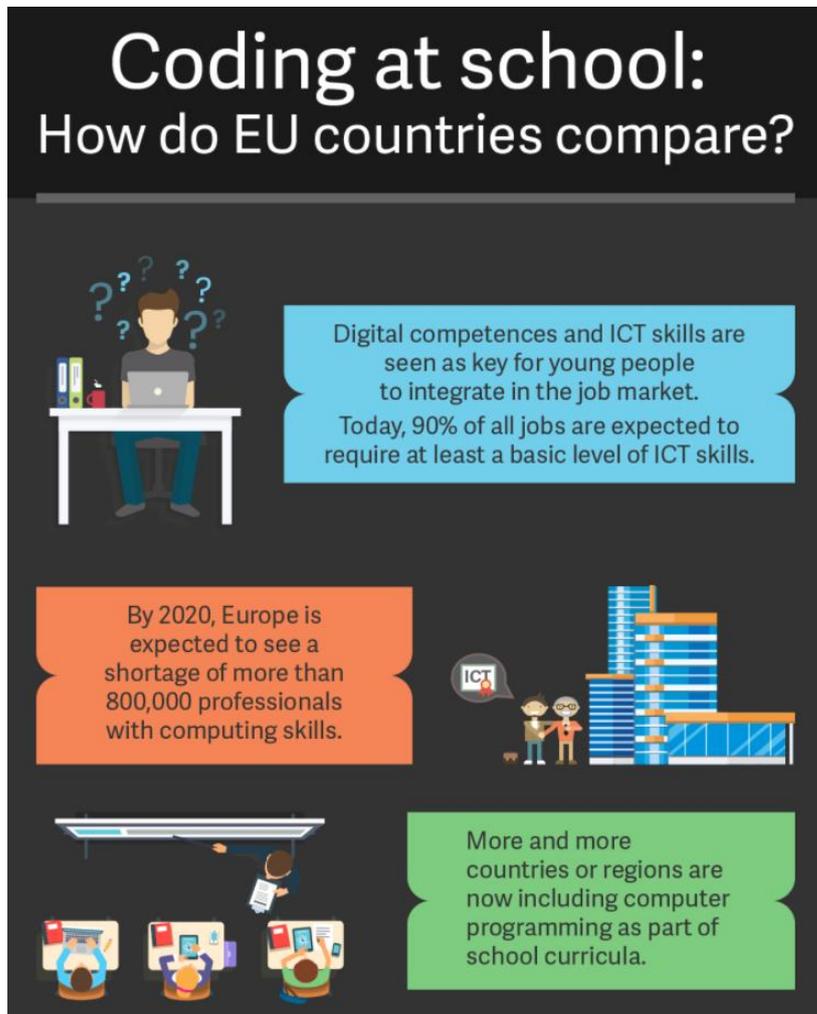


Fig.- 6.16a. Infografía: Codificación en la escuela- Comparación entre países de la UE.

Fuente: Balanskat, *and* Engelhardt, 2015b.



Fig.- 6.16b. Infografía: Codificación en la escuela- Comparación entre países de la UE.

Fuente: Balanskat, and Engelhardt, 2015b.

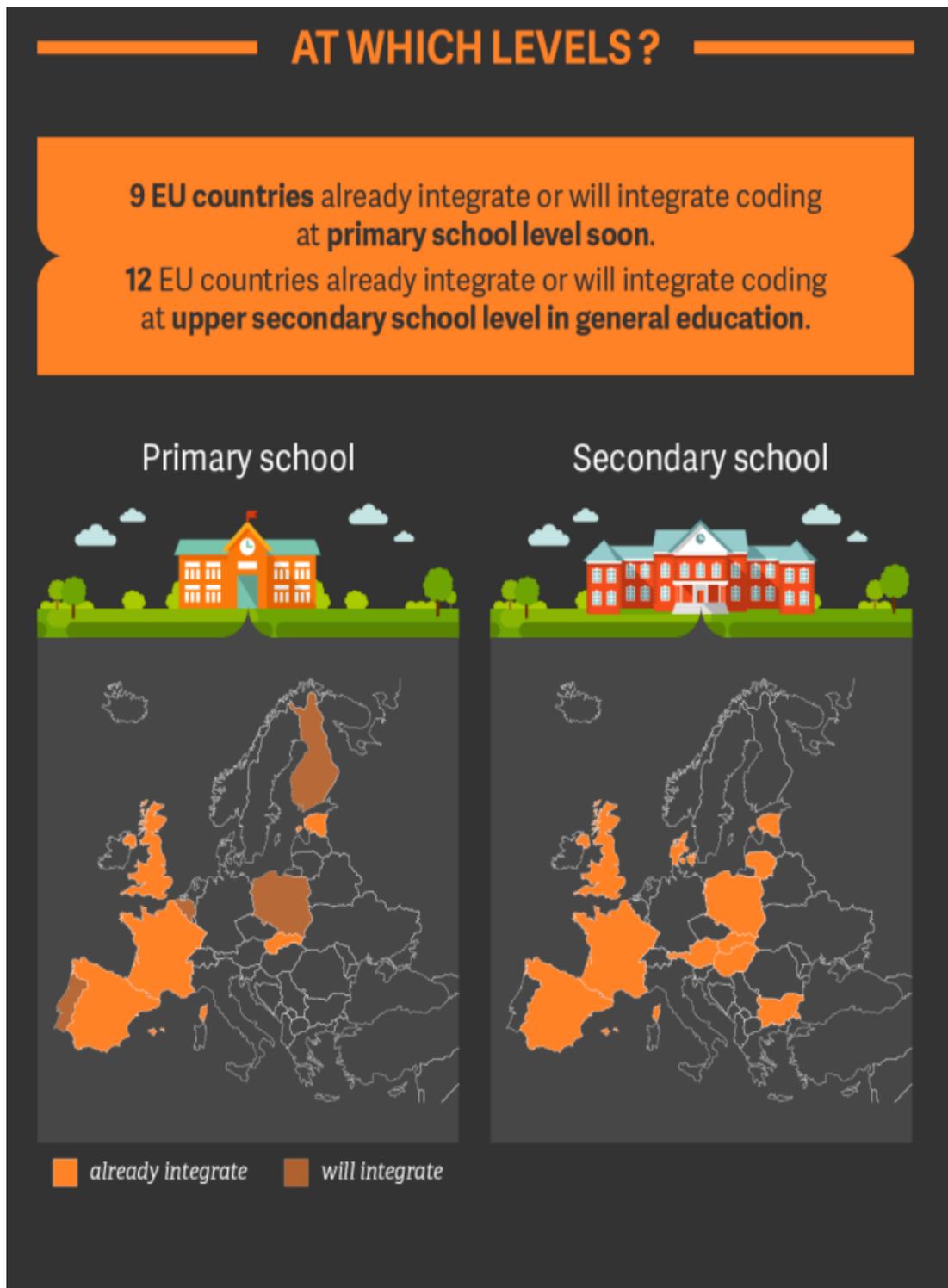


Fig.- 6.16c. Infografía: Codificación en la escuela- Comparación entre países de la UE.

Fuente: Balanskat, and Engelhardt, 2015b.



Fig.-6.16d. Infografía: Codificación en la escuela- Comparación entre países de la UE.

Fuente: Balanskat, and Engelhardt, 2015b.

Las tablas anteriores y la infografía presentan una buena imagen de cómo ‘se están haciendo las cosas en España’; no sabemos si esta es la percepción que comparten los agentes de interés y, sobre todo, la ciudadanía.

En el caso concreto de Canarias, siguiendo el anterior Programa Medusa¹³² (ahora ATE), se ha desarrollado un sitio: “Pensamiento computacional, robótica y 3D” (ver web), como “Web del Área de Tecnología Educativa (ATE) para la difusión de los proyectos de innovación e investigación con tecnologías emergentes relacionados con el Pensamiento Computacional, la Robótica y el diseño e impresión 3D”. Una de las páginas del sitio, se dedica a los resultados de la participación en la Hora del Código Canarias. En el sitio, que es una iniciativa loable a considerar y a desarrollar, existen noticias acerca del campo, así como repertorio de recursos para el profesorado; como también tiene otra dedicada al uso de las tabletas en el aula. El ejemplo de *CAS-UK* puede ser un buen ejemplo a seguir y a adaptar en la Comunidad.

El informe-estudio del *JRC* (Bocconi et al., 2016) -que se tratará posteriormente- en su anexo 3 (tipos de fuentes de información utilizadas por país europeo, en su sentido amplio ya que incluye a Israel, p.e.) y en el caso de España lo hace por Comunidades Autónomas; respecto a Canarias, incluye textualmente y sin traducir, para no sesgarlo, lo siguiente:

Autonomous Community of Canarias: subject in the first two years of Compulsory Secondary Education (12-14 year-old students): PRÁCTICAS COMUNICATIVAS Y CREATIVAS (“Communicative and creative practices”. See the introduction)

<https://goo.gl/d5Ki4Y>¹³³

¹³² Es el proyecto de implantación e integración de tecnologías en los centros educativos, que tiene más de treinta años de antigüedad.

¹³³ Llama a atención que el documento en cuestión de Canarias sea un borrador, que no sabemos el camino que ha seguido.

Para finalizar el capítulo se aborda en el siguiente subapartado el segundo aspecto básico al que se hace referencia en el inicio de VI.6.

VI.6.4.- Integración del pensamiento computacional en los planes de estudio de la educación obligatoria

Se desean plantear las líneas que se están manejando, fundamentalmente desde la UE, para homogeneizar la integración del pensamiento computacional en los planes de estudio de los niveles y grados indicados en el enunciado, de los países que pertenecen al espacio europeo de educación.

La primera pregunta que surge puede ser: ¿cómo integrarlos? o ¿qué se entiende por integración curricular del PC? Surgen ocurren dos preguntas y una adenda.

- ¿Incluir una asignatura más como ha hecho (mejor o peor), por ejemplo, la Comunidad de Madrid? ¿Como asignatura optativa, de intensificación de una especialidad determinada (STEM, por ejemplo) o nuclear (para todo el alumnado)?
- En cualquiera de los casos anteriores, sobre todo en las dos últimas alternativas indicadas (intensificación o nuclear), ¿como una asignatura más en el sentido actual, independiente y no coordinada con las restantes?, o ¿más bien proyectos/problemas para resolver de forma común entre varias disciplinas curriculares que el alumnado puede abordar y resolver de manera individual o colaborativamente?

Como ilustra la nube de etiquetas de la Fig. 6.16, sacada del blog de S. Wolfram (2016) en su post *How to Teach Computational Thinking?*, título que incide en las dos preguntas planteadas, y cómo lo hará al considerar la adenda anunciada.



Fig.-6.16. Nube de etiquetas, para definir posibles modos de integración curricular del PC.
Fuente: Blog de S. Wolfram (2016).

Y la adenda indicada: sea cual fuere la respuesta a las preguntas anteriores, ¿qué contenidos y competencias incluirá el propio programa de la asignatura?, ¿será una asignatura de programación, de robótica, de videojuegos, de impresión 3D, etc., o será verdaderamente de pensamiento computacional?, ¿será una asignatura solo de contenidos o de aprendizaje basado en competencias apoyado en conocimientos específicos de computación?, etc.

Hay muchas y variadas preguntas, cuyas repuestas pueden abarcar un amplio espectro; incluso no existe, todavía, respuesta para algunas de ellas, si tenemos en cuenta lo tratado en los tres apartados últimos de este capítulo. No obstante, se cree importante comenzar con propuestas e iniciativas que no sean perfectas o las más adecuadas; tal como ocurre en los países, organizaciones y comunidades educativas más innovadoras que las llevan a cabo. Un vez más, “se hará camino al andar”.

Se propone -como muestra de la situación- centrarnos en una serie de artículos y autores **ya considerados y citados**, que son recientes, y que se presentan en

dos grupos no necesariamente formales¹³⁴. Ambos han publicado artículos e informes escritos por investigadores que se consideran líderes en el sector, y que además pertenecen a instituciones de prestigio:

- **Grupo A:** *Michigan State University* (A. Yadav), *Technische Universiteit Eindhoven* (H.Hong), *Purdue University* (J.T.Korb), *Universty of Twente* (J. Voogt), *Arizona State University* (P.Mishra), etc.; y
- **Grupo B:** En estos momentos, el grupo está formado por investigadores asociados al JRC y que a su vez, trabajan en instituciones y organizaciones nacionales europeas: S. Bocconi, A. Chiocciariello y G. Dettori del *Institute for Educational Technology. CNR (Italy)*; A. Ferrari y K. Engelhardt del *European Schoolnet (Belgium)*; P. Kamplis y Y. Punie del *JRC-Institute for Prospective Technological Studies, European Commission (Spain)*.

El segundo es un grupo dedicado, fundamentalmente, a: identificar objetivamente en qué sentido y orientación el PC constituye una competencia clave para el siglo XXI y a su materialización como tal; al análisis de la situación e implantación en los diferentes países de la UE; y a la posible integración curricular del mismo en los distintos sistemas nacionales, en sus niveles de educación obligatoria al menos. Son los autores de un informe clave para los objetivos de este subapartado: la situación actual de los países del espacio europeo de educación no universitaria (*JRC web, 2015*), y que se cita posteriormente en este mismo subapartado.

¹³⁴ Es decir, la agrupación la hemos establecido nosotros; no obstante, publican bastantes artículos de manera conjunta.

A continuación, se citan algunas contribuciones esenciales de cada uno de los dos grupos:

A.- Artículos específicos de investigación (Grupo A):

a₁.- *Computational Thinking for All: Pedagogical Approaches to Embedding 21st Century Problem Solving in K-12 Classrooms*, (Aman Yadav, Hai Hong, Chris Stephenson, November. 2016).

a₂.- *Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice*,(Joke Voog, Petra Fisser, Jon Good,,Punya Mishra, Aman Yadav, December 2015).

a₃.- *Computational Thinking in Elementary and Secondary Teacher Education*, (Aman Yadav, Chris Mayfield, Ninger Zhou, Susanne Hambrusch, John T. Korb, March 2014).

A los que convendría añadir uno reciente, de interés para los aspectos tratados en esta parte del subapartado:

a₄.- *Computational Thinking as an Emerging Competence Domain* (2017),(Aman Yadav , Jon Good , Joke Voogt , Petra Fisser). Que plantea la pregunta clave que indica su título, desde una perspectiva conjunta de investigadores europeos y norteamericanos.

B.- Artículos específicos de investigación (Grupo B):

b₁.- *Exploring the Field of Computational Thinking As a 21st Century Skill* (2016),(S. Bocconi, A. Chiocciariello , G. Dettori, A. Ferrari, K. Engelhardt, P. Kamplis, Y. Punie).

b₂.- *Developing Computational Thinking: Approaches and Orientations in K-12 Education* (2016), (S. Bocconi, A. Chiocciariello , G. Dettori, A. Ferrari, K. Engelhardt, P. Kamplis, Y. Punie).

No se considera pertinente, a esta altura del marco conceptual, el desarrollo de las perspectivas y propuestas de los artículos nuevos que se han introducido, ya que están al alcance de todo lector interesado en la temática; y algunas de ellas, además, se añadirán al Capítulo X de esta tesis, al tratar de las líneas abiertas que existen, en relación a este aspecto específico del trabajo realizado.

No obstante, sí que nos parece relevante considerar, aunque sea sintéticamente, un tercer documento publicado por el Grupo B de investigadores, por su temática, finalidad y por estar publicado por un organismo, el *JRC*, vinculado a la Comisión Europea:

La integración curricular del PC en la UE, desde su perspectiva exploratoria

b3.- Developing Computational Thinking in Compulsory Education, Implications for policy and practice, (2016).

Es un informe prospectivo elaborado por el ya citado grupo del *JRC-Institute for Prospective Technological Studies*, que se considera –al menos por el momento- referencia en el tema de integración curricular del PC en los currícula pre-universitarios. Además, se ha comprobado que la línea de orientación dada al PC, en este marco conceptual de la educación y formación para el siglo XXI, está en su línea y orientación.

El informe presenta y resume los resultados de un estudio exploratorio, *CompuThink*. Esta es una abreviatura de *Computational Thinking Study*, (web), su meta fue aprender a: «“pensar como un científico computacional [informático]”, en el sentido, p.e., de saber utilizar los conceptos [básicos] de ciencias de la computación, para formular y resolver problemas».

Parece suficiente analizar, comentar, reflexionar y precisar el resumen ejecutivo del mismo, en relación con los objetivos del marco conceptual elaborado¹³⁵.

El PC se suele tratar, como se ha visto, junto a conceptos relacionados, tales como: codificación, programación o pensamiento algorítmico (aunque este es menos frecuente en nuestro país).

Bocconi et al. (2016)¹³⁶ plantean, como se hizo en este y anteriores apartados, una serie de preguntas clave¹³⁷, para la reflexión y posible respuesta:

«¿Cómo podemos definir el PC como una competencia (habilidad o destreza) clave para el siglo XXI en el caso de alumnado, sobre todo, de infantil, primaria y secundaria; sin olvidar a los de bachillerato y formación profesional?».

«¿Cuáles son las características básicas del PC (su agenda) y su relación con la programación / codificación en la educación obligatoria?».

«¿Cómo se puede formar al profesorado para que integren eficazmente el PC en su práctica docente?».

«¿EL PC debe plantearse y planificarse como una materia específica (p.e. Ciencias de la Computación), como parte de la modalidad *STEM* o como competencia que afecta a todas las asignaturas y es independiente de sus contenidos específicos (transversal)?».

«¿Qué significa evaluar el PC?».

«¿Qué se necesita para seguir avanzando en el ajuste de la 'agenda' del PC a la programación de la educación obligatoria?».

¹³⁵ Esta denominación es más propia del *management* y de la lengua inglesa, que de artículos y documentos en español dedicados a la educación; en los que es suficiente el término resumen.

¹³⁶ Este informe es muy reciente, ya que fue publicado el 23 de diciembre de 2016.

¹³⁷ Esta afirmación se ha mantenido en todo el marco conceptual, ya que una característica diferencial de la nueva sociedad y entorno: existen más preguntas que repuestas, y éstas pueden tener una validez a término.

El contexto político en el que se encuentra la UE es realmente favorable para esta iniciativa; lo es a través de la estrategia Europa 2020 (ver Capítulo I), en su Agenda Digital Europea (Española y Canaria), (§ 1.3.). En ella, textualmente se afirma: «La codificación es la alfabetización de hoy en día; y ayuda a desarrollar habilidades [*skills*] clave para el siglo XXI, como son: la resolución de problemas, el trabajo en equipo y el pensamiento analítico, (*EU Digital Single Market*, 2016), (web))».

Igualmente ocurre en el *European e-Skills Manifesto* (Bluck and Carter, Eds., 2016).

«En el informe conjunto del Consejo y de la Comisión, sobre la implementación del *Strategic Framework for European Cooperation in Education and Training-ET2020* [es decir, el marco estratégico para la cooperación europea en educación y formación - ET2020], (*Education & Training 2020*, n.d., web), se considera esencial la adquisición de competencias digitales, incluida la codificación, para proseguir con el desarrollo económico y la competitividad [en la nueva sociedad y entorno]».

Estos documentos utilizan el término codificación y no PC; lo cual no es extraño, si se tiene en cuenta que en los altos niveles políticos no se suele entrar en estos ‘pequeños matices’ de nomenclatura. Por otra parte, la proliferación de diferentes y distintas denominaciones entre países lleva a la confusión, como ya se indicó, y no ayuda en este sentido¹³⁸.

¹³⁸ TIC / Coding / Programming / Computer Science / CT sobre todo.

Conclusiones principales

- «Existe una falta de consenso en la definición de PC».
- Situación que ya se había indicado en nuestras reflexiones, y en la de – prácticamente-todos los investigadores. Lo importante es que el Informe lo constata empíricamente.
- Identifica dos características en las aportaciones de Wing (2011), que no habíamos sido capaces de expresar con la claridad, relevancia y rotundidad que lo hacen Bocconi et al. (2016):
- «EL PC es una forma de pensar, y como consecuencia es independiente de la tecnología».
- «El PC es una metodología específica para resolver problemas, que implica el uso de habilidades diferentes; que permite encontrar soluciones, bien mediante la ejecución de dichas habilidades por un computador, por una persona o por la combinación colaborativa de ambos».
- «Como consecuencia de la falta de una única definición de PC, aparecen en la literatura de tanto en cuanto conceptos y habilidades básicas, para llenar el vacío. Las más repetidas son: abstracción, pensamiento algorítmico, automatización, descomposición, depuración y generalización».
- «Algunos autores distinguen claramente el PC de alfabetización/ competencia digital; resaltando que la característica distintiva del PC es su enfoque en los procesos y métodos para la solución de problemas, así como en encontrar soluciones que se pueden obtener mediante computadores¹³⁹».

¹³⁹ Soluciones computables.

- «El momento de integración del PC en el currículo escolar varía de unos países a otros».

Esta situación se observa claramente en la Tabla 6.6.

- «Existe un consenso amplio, entre los expertos y profesionales del sector educativo, acerca de que la integración del PC en los planes de estudio a todos los niveles [grados y cursos], está creando demanda de un desarrollo profesional continuo a gran escala, para implementar esta tarea».
- Los expertos y profesionales del sector educativo resaltan e insisten en la importancia y necesidad de evaluar las habilidades TIC de los estudiantes. Sin embargo, la investigación llevada a cabo sobre este aspecto, hasta el momento, es limitada; y solo se han realizado unas pocas experiencias reales de la asimilación por parte de los estudiantes de los conceptos propios del PC y de cómo transfieren las habilidades asociadas al mismo a otros dominios del conocimiento».
- «Respecto a la integración del PC en la educación obligatoria, existen cuatro áreas importantes, en las que se deben centrar los responsables políticos y los agentes de interés:
 - Comprensión consolidada acerca del PC.
 - Integración de forma integral del PC en el plan de estudios.
 - Despliegue sistemático [ajustado a un plan que se sigue y rinde cuentas] de la iniciativa.
 - Apoyo político [independiente del gobierno de cada momento]».

De estas cuatro áreas, la primera ya ha sido suficientemente tratada en los apartados anteriores a este. La tercera y la cuarta no son pertinentes para este marco conceptual. En la Fig.6.17. se representa visualmente el árbol circular,

que muestra las cuatro áreas, así como un conjunto de recomendaciones relacionadas con las mismas.

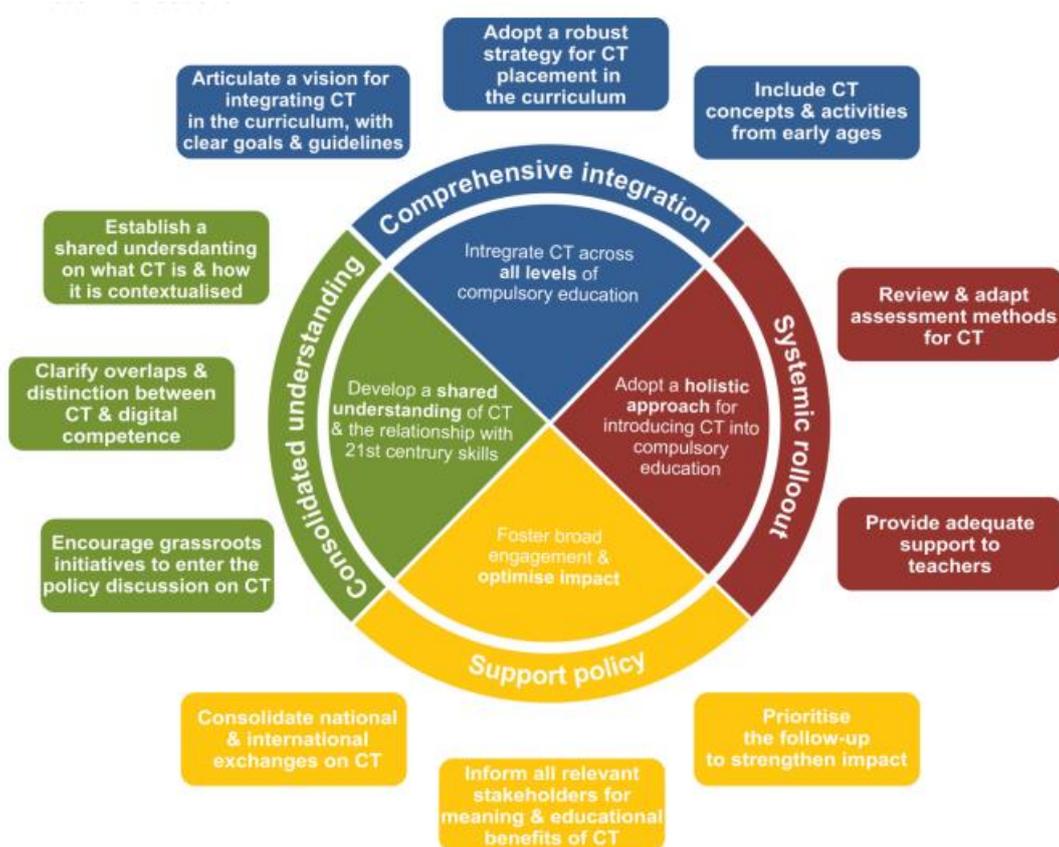


Fig.- 6.17. Introducción del PC en la educación obligatoria: implicaciones para la política y la práctica.

Fuente: Bocconi et al. (2016)

La segunda es la única que merece una breve atención, en la línea propositiva de Bocconi et al. (2016):

«Para integrar el PC de manera integral en todos los cursos de la educación obligatoria es necesario tener una visión clara de su finalidad o propósito, así como elegir una serie de metas específicas a alcanzar. **El PC implica más que dedicar unas pocas horas a la codificación**¹⁴⁰ [o

¹⁴⁰ El realce en negrita es nuestro, ya que es lo que suele ocurrir en muchos centros 'innovadores' que no tienen la visión adecuada, y que terminan por 'aburrir' y desmotivar al alumnado de la educación obligatoria.

a la programación]; integrarlo en el plan de estudios requiere disponer de una buena estrategia [y plan de acción], que tenga en cuenta la diversidad de factores que el PC incluye. Una consideración clave es el grado [consideración] que se le asigne al PC en el conjunto de disciplinas que forman dicho plan, tanto si se considera una asignatura nueva e 'independiente', como si se opta por un contexto multidisciplinar o interdisciplinar.

Se considera, por amplios sectores, que los niños deben aprender los conceptos básicos del PC [así como las competencias asociadas] cuanto antes en su etapa escolar. Todas estas consideraciones implican un enfoque holístico del PC en la educación obligatoria, que abarca aspectos esenciales, tales como estrategias adecuadas de evaluación y una adecuada formación de los docentes [tanto inicial como continua] ».

El citado proyecto *CompuThink* tiene como objetivo contribuir al debate¹⁴¹ sobre codificación, y competencias y habilidades transversales a **nivel de los Estados Miembros de la Unión Europea**. El estudio está relacionado con otros del *JRC* sobre: Competencias digitales para la Ciudadanía *DigCom*, (Ferrari, 2013); para los profesores *DigComEdu*, (*DigComEdu, web, 2017*) y para las escuelas *DigComOrg*, (Kampylis, Punie and Devine, 2015)», Fig. 6.18.

Para finalizar este apartado, capítulo y marco conceptual, conviene hacer algunas precisiones:

- El PC es importante, aunque hay que darle la importancia que tiene como componente de la educación y formación del ser humano para el siglo XXI. No es lo único.

¹⁴¹ Todavía nos encontramos en ese nivel de desarrollo en el tema relacionado con el PC en la educación obligatoria, en la que parece ser recomendable que los países tengan pautas semejantes.

- Representa una oportunidad, parece ser tanto para el trabajo del futuro, como para aprovechar la motivación y curiosidad que siente la niñez hacia el hecho digital y sus dispositivos, sobre todos móviles. También por la apuesta que la UE está haciendo hacia este modo de pensar, al servicio de un propósito digno y ético de vida.
- Se trata de un aspecto que está en diseño y construcción; no importa cómo se haga, siempre que se tenga claro hacia dónde se quiere ir y dónde llegar.

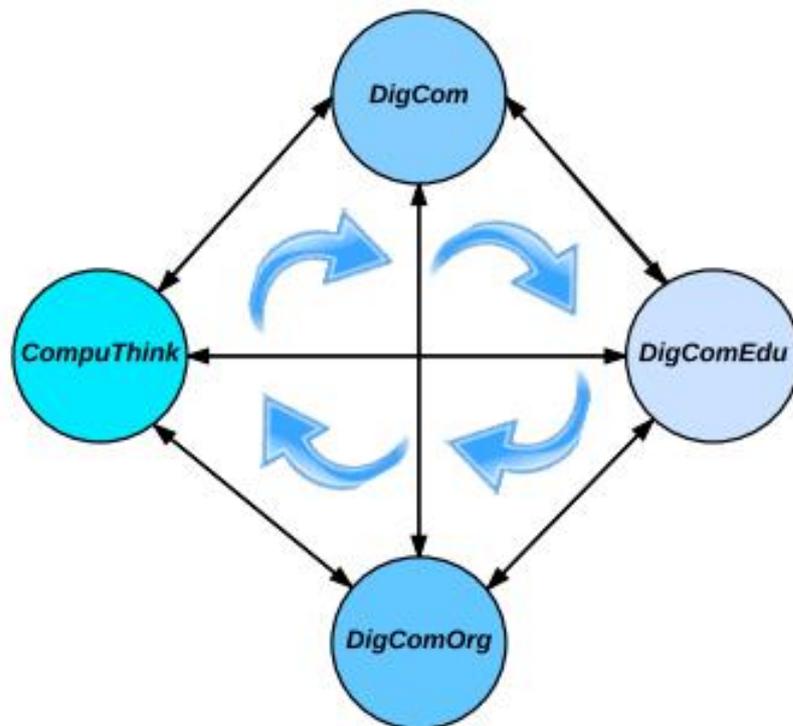


Fig.- 6.18. Cuatro estudios exploratorios básicos del JRC, que están inter-relacionados
Fuente: Elaboración propia.

El marco conceptual para la educación y formación en el siglo XXI, o como se le quiera denominar, es un proceso en continua construcción y hay que asumirlo con flexibilidad y disposición al cambio; escuchando la sensatez y visión de lo que se dice y propone, más que quién lo hace.

Debe ser una educación y formación en la que el centro sea siempre el ser humano, como individualidad única y como persona inmersa en un entorno social, que cada vez es más global. Un entorno social en el que cada vez más también hay que integrar las diferencias, en el sentido del nuevo paradigma de A. Touraine¹⁴², para comprender el mundo de hoy.

Una educación y formación que permita a la persona no ser confundida y 'arrastrada' por los cambios constantes, por el exceso de información a veces contradictoria y siempre interesada¹⁴³, así como por las 'turbulencias' del VUCA.

Por ello es muy importante que las personas tengan criterio propio, capacidad de análisis, reflexión y de pensamiento crítico; que aprendan a resolver problemas reales, tanto desde la perspectiva personal como de la social; a tener valores éticos universales y que vivan con ellos; y a saber tomar decisiones, teniendo en cuenta que no serán permanentes.

VI.7.- Conclusiones

Este capítulo es el que está más relacionado con el trabajo empírico asociado a esta tesis, por lo que se le dedica una atención especial. Todo él está dedicado a la incidencia del 'hecho digital' en las cohortes de edades indicadas, sobre todo en su aspecto educativo y escolar.

Tiene dos partes relacionadas con el hecho digital, que se tratan coordinada y consecutivamente: a) Las competencias digitales, y b) el pensamiento computacional.

a.- El hecho digital, consecuencia de las TIC, es determinante (aunque no es el único. Por ello, en ciertos sectores se considera que la humanidad se encuentra en una Sociedad Digital.

¹⁴² Con las debidas cautelas.

¹⁴³ Lo cual es asumible, siempre que sepamos cuáles son dichos intereses.

Se trata de aprender una nueva cultura digital, que excede al mero uso instrumental de las tecnologías digitales (TIC). Como indica G. Roca (2016), “la tecnología necesita ajuste social”, ya que implica nuevas formas de socialización y de sociabilidad; estamos ante una ‘sociedad aumentada’, que trata la Socionomía.

b.- El término ‘nativo/s digital/es’ hay que entenderlo y utilizarlo en su justa acepción; es decir, de su significado en el contexto que se utilice. Lo único cierto es que nomina a los seres humanos nacidos a partir de un cierto año¹⁴⁴, que varía un poco de unas fuentes a otras. De forma innata no saben hacer uso de dichas tecnologías para aprovechar todo su potencial y las oportunidades que les ofrecen. Por lo tanto, deben aprender y adquirir conocimientos (prácticos y teóricos), así como otras competencias relacionadas con las mismas.

c.- La educación de lo ‘digital’ debe estar orientada, seguida y valorada por los profesores y por sus padres; de nuevo adquiere sentido la frase de J.A.Marina: “la educación es tarea de toda la tribu [de toda la sociedad]”.

Ello implica que hay que alfabetizar digitalmente a los padres y a los educadores, en competencias no solo cognitivas, sino que abarquen todo lo que conforma la nueva cultura digital. Esto es una tarea eminentemente de las políticas públicas y de las comunidades educativas.

d.- La Fig. 6.5. resume los principales aspectos a considerar, para el aprendizaje por los niños, adolescentes y jóvenes del hecho digital desde una perspectiva comprensiva.

Al seleccionar las (macro) competencias digitales hay que tener en cuenta que existen, al menos, dos grandes aspectos de las mismas. Las asociadas al:

¹⁴⁴ Última década y media del siglo XX, aproximadamente.

- a. Conocimiento, destreza y experiencia en las propias tecnologías; es decir, en sí mismas como herramientas instrumentales: cómo funciona la tecnología.
- b. Uso y mentalidad, relacionadas con la cultura digital y su transformación social; con sus oportunidades, consecuencias, derechos y obligaciones, beneficios y precauciones. En otras palabras, entender y vivir creativa y críticamente el hecho digital.

La segunda de las categorías suele recibir poca atención en la práctica escolar, a pesar de su importancia.

La redacción de las órdenes y directrices del MECD son impecables a tal efecto (en cuanto a las competencias digitales a aprender en cada nivel y curso), aunque hay que comprobar qué ocurre en la práctica, para reorientar posibles desencantos, desvíos y dejaciones.

e.- Situación en Canarias y otras CC.AA.

En el Decreto 315/2015, de 28 de agosto, se establecen, para la ESO (LOMCE), las siguientes competencias básicas a desarrollar en el plan de estudios de la ESO:

1.-... el desarrollo y la adquisición de las siguientes competencias [entre otras]:

- b) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
- c) Competencia digital.
- d) Aprender a aprender.

En la Orden del MECD, ECD/65/2015, de 21 de enero, se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.

La LEY 6/2014, de 25 de julio, Canaria de Educación no Universitaria no hace ninguna mención específica al hecho digital, como sí hace, sin embargo, al aprendizaje de idiomas¹⁴⁵; posiblemente porque considere que ya está suficientemente explícito en el correspondiente ordenamiento estatal.

La *Generalitat de Catalunya* ha tomado una iniciativa que tiene recorrido e incidencia en los aspectos aquí considerados. Una iniciativa por la que “se revisan y se actualizan los contenidos de las competencias digitales detallados en el anexo 2 del Decreto 89/2009, de 9 de junio, por el cual se regula la **Acreditación de Competencias en Tecnologías de la Información y la Comunicación (ACTIC)**”.

También en España, Andalucía, el País Vasco, Madrid y la Comunidad Valenciana han incidido en iniciativas concretas en relación con el hecho digital, que podría considerar y adaptar Canarias.

EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

No existe consenso todavía en una definición común y consensuada acerca de este tipo de pensamiento, sobre todo en su introducción en los planes de estudio de niños, adolescentes y jóvenes, sea cual fuere la modalidad por la que se apueste.

Por ello se apuesta por seguir las fuentes primarias y pioneras del mismo: Simon Papert y Jeannette. M. Wing. Esta segunda presenta una evolución muy relevante en sus ideas fundamentales acerca de esta macro competencia, desde 2006 hasta nuestros días en 2017. Los investigadores modernos las citan y, en ocasiones, se olvidan de ellas.

¹⁴⁵ Su Capítulo VI está dedicado al plurilingüismo.

f.- Seymour Papert

Sus aportaciones tienen implicaciones relevantes para la pedagogía y la psicopedagogía, que van más allá de la tecnología. La diferenciación entre el constructivismo de Piaget y el construccionismo de Papert, Tabla 6.1., tiene unas connotaciones para la educación que superan la acepción del PC tal como se entiende en Computación; sin necesidad de crear un nuevo modelo de aprendizaje, el conectivismo, como hacen ciertos autores (como por ejemplo G. Siemens) al proponerlo como una nueva teoría del aprendizaje para la era digital.

g.- Jeannette M. Wing

Según ella, el PC es una forma de pensar para resolver problemas, individual y/o colaborativamente, más o menos complejos, que debe ser enseñada y aprendida por los escolares de todas las disciplinas.

EL PC tiene las siguientes características:

- Es conceptualización, y no programación.
- Se trata de una habilidad fundamental y no de una mera rutina mecánica.
- Es la forma en la que los humanos, no las computadoras, piensan.
- Complementa y combina el pensamiento matemático e ingenieril.
- Lo importante son las Ideas, no los artefactos (*hardware y software*).
- Es para todas las personas, que pueden utilizarlo en cualquier lugar y campo de actividad.

h.- Desde la perspectiva de este Marco Conceptual, no es necesario proponer ninguna definición 'nueva'. Lo que sí es necesario es definir, seleccionar y priorizar el propósito, las ideas, la cultura, el entorno, la selección/priorización de competencias a desarrollar, las herramientas a utilizar, su integración en el

plan de estudios/el programa-curso, y la forma de valorar y evaluar las competencias adquiridas mediante el desarrollo del PC.

Son interesantes, pues, las definiciones operativas con propósito, que sobre todo se han hecho desde EE.UU. y Australia para el alumnado del grado K-12 e inferiores.

Y lo más relevante a tener en cuenta, desarrollar el **pensamiento** computacional no es lo mismo que programar o codificar. Implica enseñar a pensar, a abordar problemas y resolverlos, y comenzar a adquirir metacognición, que es básica para aprender a aprender.

i.- Las competencias asociadas al PC, como ya se indicó, para el caso de las competencias digitales (punto d), se pueden agrupar en dos grandes categorías:

a.- Específicas, o cuasi-específicas, del PC; que tienen mucho de carácter cognitivo específico de esta área de conocimiento científico (competencias cognitivas específicas).

b.- Genéricas y transversales (parte de las que se han denominado '*soft skills*'), ni exclusivas ni excluyentes del PC, aunque las herramientas computacionales ayudan a adquirirlas y a desarrollarlas, convenientemente orientadas y adaptadas.

La literatura del campo, sin hacer la matización anterior, reconoce y acepta los siguientes elementos (al menos en este momento) como compendio del PC, base de los planes de estudio que tengan por finalidad su aprendizaje, y de las directrices para su evaluación:

- Abstracciones y generalizaciones de patrones (incluyendo modelos y simulaciones).
- Procesamiento sistemático de la información.
- Sistemas de símbolos y representaciones.

- Nociones algorítmicas de control de flujo.
- Descomposición estructurada de problemas ('modularización').
- Pensamiento iterativo, recursivo y paralelo.
- Controles y limitaciones de eficiencia y de rendimiento.
- Detección y depuración¹⁴⁶ sistemática de errores.

Estos elementos son, en su gran mayoría, de la primera categoría; aunque se pueden orientar y extrapolar, hasta cierto punto, a la segunda.

En esta tesis, en su parte empírica, se introduce el desarrollo del PC como forma de aprender las siguientes competencias genéricas:

- **Creatividad.**
- **Pensamiento crítico.**
- **Comunicación.**
- **Colaboración.**
- **Resolución colaborativa de problemas complejos (de cierta complejidad, adecuada para el alumnado).**

Estas tienen rasgos de ambas categorías, aunque prevalecen los de la segunda (b).

j.- El esfuerzo del profesorado debe orientarse, en general, no tanto al diseño de herramientas y recursos, como a utilizar la amplia variedad que existe en Internet y que son de fácil y económico acceso (muchos de ellos están en 'abierto'), así como de utilización. Aunque es cierto que en ocasiones añade valor el diseño de los materiales o instrumentos de aprendizaje a utilizar; esto es lo que ha ocurrido en el caso de esta tesis. El valor que añaden se razona en la parte práctica de la investigación empírica.

Lo importante es poner a disposición del profesorado un banco de recursos, herramientas y *software* para desarrollar el PC en la escuela, y que cada

¹⁴⁶ En el sentido utilizado en computación.

profesor priorice y escoja los que más le gusten y se ajusten a sus objetivos de aprendizaje. Las innovaciones importantes deben ser en la pedagogía y en el proceso pedagógico, y no tanto en las tecnologías que se utilicen.

Finalmente, el punto débil está en el sistema de evaluación que se utilice (y en las rúbricas correspondientes), puesto que no existen todavía herramientas y metodologías certificadas que gocen de consenso y aceptación.

k.- El aprendizaje del PC a nivel escolar (es decir, dentro de la educación formal) puede seguir diferentes modelos u opciones:

- Incluir una herramienta concreta (p.e.: *Snap!*, *Scratch*, *Python*, juego, robot, etc), en el programa de una asignatura existente, p.e.: informática, tecnología, o como se denomine en cada Comunidad Autónoma.
- Diseñar y desarrollar una asignatura (programa-curso) para incluir en el plan de estudios.
- Integrar el PC en el plan de estudios, a lo largo de un nivel completo (p.e., en la educación obligatoria), cuyo conocimiento, nivel de abstracción y competencias se adquieren progresivamente, como ocurre p.e. con las matemáticas.

Incluso se pueden diseñar de manera diferente para dos recorridos distintos: alumnado STEM y no STEM; aprovechando asignaturas de distinto tipo (troncales, optativas de recorrido, optativas generales, de libre elección, etc.). Es algo que depende de la financiación disponible, las prioridades que se establezcan y el encaje curricular.

En la actualidad se suele seguir la primera de las opciones, y depende solo de la propuesta del profesor responsable o de la orientación del Centro.

l.- La última de las opciones es la que está considerando la UE (a través del *JRC*), como recomendación para los países miembros, en una etapa muy inicial

a nivel prospectivo y orientativo. Esta opción admite, a su vez, distintas alternativas, entre las que destacan:

- Una asignatura específica, a lo largo de la educación obligatoria, con opciones de un 'antes' (infantil y primaria) y un 'después' (bachillerato); con una orientación propia y específica para la F.P.
- Una asignatura transversal que se integra en todas y cada una de las asignaturas del plan de estudios, con el desafío de aprender conocimientos y competencias (genéricas y específicas), y en la que el PC se considera orientado en el segundo sentido; teniendo en cuenta que cuanto más bajo sea el nivel curricular, más sentido tiene dicha opción.

Para la integración del PC en la educación obligatoria existen cuatro áreas importantes, en las que se deben centrar los responsables políticos y los agentes de interés:

- Comprensión consolidada acerca del PC.
- Integración de forma integral del PC en el plan de estudios.
- Despliegue sistemático [ajustado a un plan que se sigue y rinde cuentas] de la iniciativa.
- Apoyo político [independiente del gobierno de cada momento].

En cada una de dichas áreas es importante la intervención decidida, visionaria y ajustada a las posibilidades reales de agentes de interés distintos.

La situación no es simple de resolver a partir de la situación actual; y tampoco rápida tal como exige el mundo contemporáneo y colectivos/organizaciones específicas. Y no solo es cuestión de financiación, que también influye.

Investigación Empírica

Parte Teórica

Capítulo VII

Parte teórica y práctica

INTRODUCCIÓN GENERAL A LA INVESTIGACIÓN EMPÍRICA

Acerca de la investigación empírica

Como se indicó al inicio de esta tesis (**Introducción general a la investigación realizada. Acerca de la investigación exploratoria y confirmatoria**) nuestra investigación tiene dos partes, la teórica y la empírica. La investigación empírica, a su vez, tiene parte exploratoria y parte confirmatoria; y ambas están formadas por dos categorías: la teórica propia y la práctica o de campo. La primera está constituida por la adecuación de una parte de la investigación teórica (Capítulos V y VI) a la problemática concreta, que aborda y resuelve su parte empírica (Capítulos desde el VII al IX), ver Fig.0.1.

En este capítulo se inicia la parte empírica de la tesis. En la misma se debe abordar, tanto la parte teórica directa que la sustenta, como toda la parte práctica que orienta y dirige el trabajo de campo, en este caso el de investigación en el aula. El conjunto de ambos constituye el marco empírico de la tesis, Fig. 7.1.

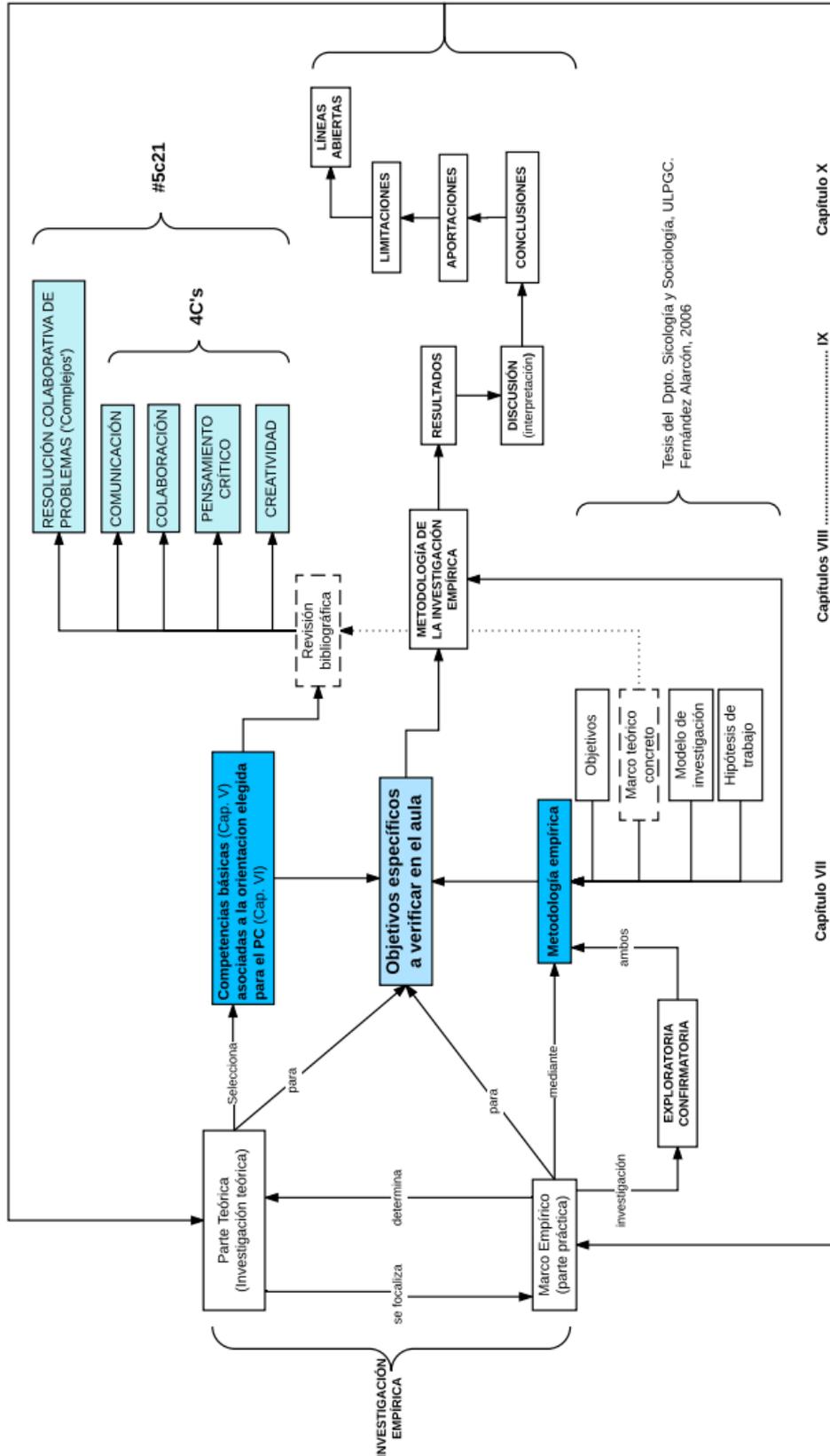


Fig.7.1.- Mapa conceptual de la investigación empírica, con intensificación de lo que se incluye en el Cap. VII.

Fuente: Elaboración propia.

LA INVESTIGACIÓN EMPÍRICA

A MODO PREVIO

En este capítulo se describe la estructura de la investigación empírica de la tesis.

Se comienza con su descripción y el desarrollo, Fig.7.1., de los primeros pasos de la misma; para seguir con el resto de pasos en los capítulos siguientes (Capítulos VIII, IX y X). Como parte teórica concreta de la investigación empírica se utilizan, sobre todo, los dos últimos capítulos (Capítulos V y VI) de la investigación teórica de la tesis, precisando y resaltando aquellos aspectos directamente significativos para la misma.

Como se ha indicado anteriormente (ver 'perspectiva general de la investigación realizada'), la investigación teórica y la investigación empírica tienen sus respectivos objetivos generales. El de la segunda es parte del más general y abstracto del de la primera. En este capítulo y siguientes se abordan y se concluyen los de la investigación empírica.

La investigación empírica realizada es tanto exploratoria como confirmatoria, conviene especificar las principales diferencias entre ambas, Tabla 7.1.; así como su estructura, es decir, los pasos a seguir como 'parte teórica' del marco empírico para cada una de ellas, Fig. 0.1., Fig. 0.2. y Fig.7.2. La misma se desarrollará casi completa, de forma paralela y secuencial, en este Capítulo VII; esta metodología permite seguir mejor lo realizado.

Tabla 7.1.- Metodología exploratoria frente a metodología confirmatoria.

Fuente: (Fernández Alarcón, 2006)

Aspectos	Investigación Exploratoria	Investigación Confirmatoria
Visión general	Comprensión, explicación, descubrimiento	Descripción, predicción, confirmación
Objeto de la investigación	Obtención de un conjunto contrastable de proposiciones	Comprobación de hipótesis
Proceso de la investigación	No estructurado/Flexible	Estructurado
Metodología de la investigación	Metodología cualitativa	Metodología cuantitativa
Representatividad	Tipológica	Estadística
Modalidad de análisis	Inductivo	Deductivo
Implicación del investigador	Alta	Baja o nula

El desarrollo de dichas estructuras -es decir: 'lo que concretamente se ha diseñado y ejecutado en esta tesis, como caso único en el aula'- abarca desde este Capítulo VII al X. Los primeros pasos se desarrollan también en este Capítulo VII y el resto, desde el Capítulo VIII al Capítulo X¹, como se irán especificando en el 'A modo previo' de cada uno de ellos.

¹ Excluyendo la Bibliografía que, tradicionalmente, se considera un 'capítulo' final y aparte.

CAPÍTULO VII

VII.1.- Estructura y desarrollo de la Investigación empírica (I)

La metodología de la investigación científica realizada -en su dimensión de investigación práctica, Fig.0.1. tanto exploratoria como confirmatoria- se basa en el artículo del Prof. Fernández Alarcón (UPC, Universidad Politécnica de Cataluña), (2006)), y en la sigue el Departamento de Psicología y Sociología de la ULPGC, que se ha contrastado con éxito en las numerosas tesis dirigidas por profesores del mismo, fundamentalmente por el Prof. J.J. Castro.

Desde otras perspectivas, se pueden consultar fuentes tales como: (Newby, 2014), (Cohen, Manion & Morrison, 2007) y (Cook & Reichardt, 1986). En España destaca, igualmente, el libro “Métodos de Investigación en Psicología y Educación. Las tradiciones cuantitativa y cualitativa”, en su ya 4ª Edición (2015), de O.G. León e I. Montero, profesores de la Universidad Autónoma de Madrid.

VII.1.1.- Introducción

Esta tesis incluye tanto una investigación teórica (Capítulos I al VI) como una investigación empírica (capítulos VII al IX), Fig.7.2. Su Capítulo X considera las conclusiones, aportaciones, limitaciones y líneas que están abiertas de ambas investigaciones.

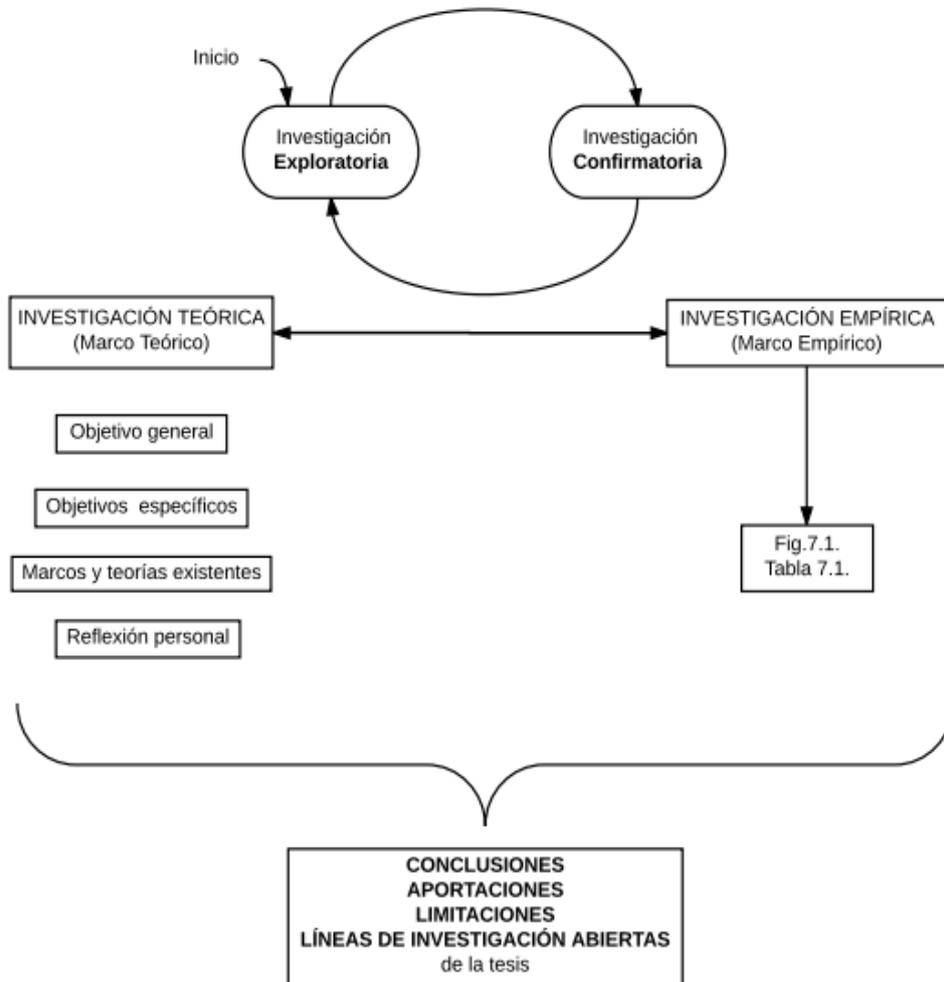


Fig.7.2.- Aspectos de investigación que incluye la presente tesis.

Fuente: Elaboración propia.

Estructura de la Investigación empírica confirmatoria en su parte práctica:

Está determinada por los siguientes pasos:

- Objetivos: Definición del problema y propuesta de pregunta/s de investigación.
- El marco teórico o revisión de la literatura; con las especificidades ya indicadas en la investigación llevada a cabo en este caso.
- El modelo de investigación.
- Las hipótesis de trabajo.
- La metodología de investigación empírica.
- Los resultados de la investigación.
- La discusión de los resultados.
- Las conclusiones de la investigación.
- La bibliografía.

Estructura de la Investigación empírica exploratoria en su parte práctica:

En el caso de la investigación exploratoria la estructura del marco empírico es muy flexible y varía considerablemente en función del entorno en donde se desarrolla. Sus pasos son prácticamente los mismos, a excepción de que no existen algunos de los pasos anteriores. La secuencia es la siguiente:

- La definición del problema y la propuesta inicial de pregunta de investigación.
- La revisión de la literatura.
- La metodología de investigación.
- Los resultados de la investigación.
- Las pruebas de validación de los resultados.
- La discusión de los resultados.
- Las conclusiones de la investigación.
- La bibliografía.

En los apartados siguientes se abordarán, conjunta y secuencialmente, los cinco/tres primeros pasos de cada uno de los tipos de investigación; y en el

resto de capítulos de la tesis los restantes, aplicando la metodología de la investigación empírica propuesta en este Capítulo VII.

Para tratarlos se presentará el concepto que implica cada paso, seguido de la descripción de cómo se ha abordado el mismo en esta tesis.

VII.1.2.- Objetivos

Este paso inicial de definición del problema y la propuesta inicial de pregunta de investigación es **común a ambos tipos de investigación, aunque la finalidad de la misma es distinta**.

El primer paso es definir el problema de investigación. La forma más habitual de definirlo es mediante una pregunta (meta u objetivo general), que posteriormente se desglosa en preguntas más concretas y parciales (objetivos específicos). Precisamente esta es una competencia asociada al pensamiento computacional, desde su perspectiva: **PC para todos**, no solo para estudiantes de computación y de STEM.

Se propone hacerlo, para acotar con mayor precisión y detalle la pregunta de investigación, mediante tres pasos secuenciales:

- El marco del trabajo.
- La pregunta de investigación (la meta u objetivo).
- El objetivo de la investigación.

En el caso de la investigación exploratoria existen, según Eisenhardt (1989), tres tipos de objetivos:

- Proporcionar la descripción de un fenómeno.
- Comprobar una teoría o un caso (o un conjunto reducido de casos).
- Generar teorías.

En este caso la definición del problema, descrito en la parte teórica (Cap. I al VI), es el de una **'educación y formación para el siglo XXI centrada en el ser humano'**.

El propósito del estudio empírico (objetivo general o meta), al que se le aplica el marco empírico que se está describiendo, es:

Analizar, comprobar y justificar el efecto producido por el desarrollo del pensamiento computacional, en competencias que se consideran nucleares o esenciales para el siglo XXI -por formar parte de marcos competenciales reconocidos, (§ V.4)- , en alumnos de Primaria.

Se refiere a las competencias digitales y al pensamiento computacional en el sentido y orientación expresados en las conclusiones parciales del Capítulo VI, puntos d.b. e i.b. respectivamente.

El objetivo específico de la investigación o principales preguntas a responder en el estudio empírico como forma de lograr el propósito indicado son:

- ¿Cómo puede el pensamiento computacional ayudar al desarrollo de competencias consideradas esenciales para el Siglo XXI (4C's)?
- ¿Cómo afecta el género del alumnado en el desarrollo de las competencias anteriores?
- ¿Qué relación existe entre la calificación de los alumnos (su evaluación curricular) y el grado de desarrollo de las 4C's?
- ¿Cómo es posible estudiar adecuadamente el desarrollo, entrenamiento y asimilación de dichas competencias en niños, mediante el uso de distintas herramientas propias del pensamiento computacional, (Capítulo VI)?

Con ello se conseguirá (planteadas como hipótesis de trabajo) desarrollar competencias clave para la educación y formación de los individuos y personas del siglo XXI, desde edades tempranas; en este caso en alumnos de 6º de Primaria de un determinado Centro. Y ello se llevará a cabo seleccionando competencias clave como hipótesis (4C's), entre las propuestas por los marcos competenciales más reconocidos, y analizando su relación con el pensamiento

computacional, que servirá tanto para desarrollar aquéllas como para hacerlo con dicha forma de pensamiento. Por eso se tratará de un modelo #5c21.

El siguiente paso se ha desarrollado de manera general en la investigación teórica (Capítulos V y VI), mientras que en la investigación empírica -su marco teórico- hay que centrarlo, orientarlo y concretarlo en los objetivos que se vayan a abordar.

La pregunta tiene tanto de investigación confirmatoria como sobre todo de exploratoria, teniendo en cuenta que se aborda como el estudio de un caso único en el aula (investigación-acción).

VII.2.- Revisión de la literatura

Según Cronin, Ryan y Coughlan (2008):

La revisión de la literatura proporciona las bases necesarias para explorar intensamente un tema, es una visión general y una evaluación de los escritos correspondientes a un área de interés específica. La información puede ser localizada a través de muchas fuentes y el propósito final del método es reunir y analizar toda la información que haya sido encontrada. Una revisión de literatura pretende mostrar cuál es el nivel de comprensión intelectual por parte del investigador en un área determinada de conocimiento (además de evaluarlo). Gracias a esto, se podrá identificar quiénes son los teóricos y grupos de investigación más importantes, así como cuál es el vocabulario, los métodos, la historia y las variables clave utilizadas en dicho campo.

En la Fig.7.3. se sintetiza este paso del marco empírico.

Revisión de la literatura

Implica:

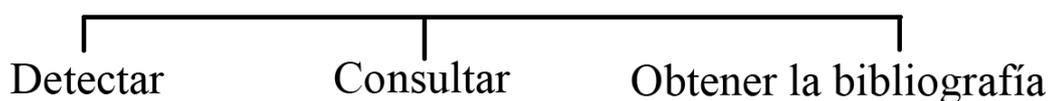


Fig.7. 3.- Esquema resumen de la revisión de la literatura.

Fuente: Elaboración propia, a partir de las imágenes tomadas libremente.

Como se señaló en (§ II.4) está surgiendo, en relación con la gestión inteligente de la información, una nueva actividad, la de 'responsable de contenidos' o de *content curator*, que eleva dicha competencia a un nivel superior.

Cuando se desea iniciar una investigación, el problema central podría no estar del todo definido. La revisión literaria ayuda a definirlo y da pistas sobre las líneas de investigación que han dejado abiertas algunos trabajos anteriores. Estas investigaciones, que surgen a partir de otras, sirven para enriquecer a las primeras con nuevos datos que puedan estar contextualizados en casos de naturaleza diferente. Hart (1998) resume que una revisión de la literatura debería cumplir lo siguiente:

1. Estar centrada en un problema específico.
2. Mostrar equilibrio entre las partes teóricas, metodológicas y prácticas tema.
3. Integrar una metodología basada en la literatura ya existente.
4. Proporcionar un análisis evaluativo de la literatura.

Gracias a esta metodología se pueden conocer distintos enfoques de cara a las competencias esenciales para el siglo XXI (y optar por seguir uno de ellos con/sin modificaciones o, incluso, generar uno nuevo) (§ II.4). Tener conocimiento del método permite saber su grado de validez y muestra cuáles son los problemas que acarrea su utilización.

La elección de esta metodología es su idoneidad, ya que las competencias del siglo XXI son un tema muy reciente del que es bastante probable, como se ha comprobado en el marco teórico, que encontremos mucha información (y, además, la más actualizada) a través de medios digitales, como lo muestra la bibliografía referenciada.

Es necesario destacar en este punto que no se debe confundir una revisión de literatura con una recopilación de referencias bibliográficas. La bibliografía podría considerarse una visión general de los escritos pertenecientes a un tema concreto, pero normalmente no contiene un análisis profundo de los mismos como sí ocurre en la revisión de la literatura. En la figura 7.4 se puede observar la comparativa aportada por Pediaa.com al respecto.

La recopilación bibliográfica está presente en las herramientas que los bibliotecarios proporcionan dentro de sus guías de investigación. La lista de estas herramientas no es realizada de forma evaluativa, al igual que ocurre en otros servicios de resúmenes (*Abstracts*) tales como las bases de datos. Los resúmenes y las citas de libros en este tipo de recursos brindan una importante oportunidad para ver las investigaciones que se han llevado a cabo en un campo determinado. Una revisión de la literatura se aprovecha de estas herramientas pero también incluye un trabajo creativo por parte del investigador, ya que debe reunir toda la información y analizar aspectos claves de lo que se ha escrito.

ANNOTATED BIBLIOGRAPHY VERSUS LITERATURE REVIEW

Annotated bibliography comments on the relevance and quality of the information	Literature review establishes a relationship between different sources and highlights gaps in knowledge
Sources are analyzed separately	Information from different sources are analyzed together
The source is indicated at the beginning of each section	The sources are listed at the end of the document, as a bibliography
Sources are listed alphabetically	Sources are integrated together according to relevance
Pediaa.com	

Fig. 7.4.- Diferencias entre recopilación de 'referencias bibliográficas' y 'revisión de la literatura'.

Fuente: *Know About Everything*, Pediaa.com, pág.web.

La revisión de la literatura -y más en estos momentos del 'boom' de la información y de las facilidades para el acceso a la misma- pone de manifiesto la necesidad de haber desarrollado habilidades necesarias para la búsqueda de información 'adecuada' y la capacidad para realizar un análisis crítico de lo que se ha encontrado. Para Montuori (2005):

es un proceso creativo que pone de manifiesto las habilidad del investigador para resolver problemas, su flexibilidad y su tenacidad. El resultado de la búsqueda supone que el investigador haga un esfuerzo creativo a la hora de integrar todos los elementos. La revisión de la literatura podría ser tomada como un trabajo independiente, un documento útil que discuta el tema elegido de forma eficaz y legible.

Las posibilidades que ofrece la red (Internet) a la hora de conocer qué es lo 'último de lo último', lo más reciente, favorece que la investigación mantenga un carácter innovador, que se ajuste a los tiempos y tendencias más actuales. Para llevar a cabo la revisión de la literatura se ha seguido el siguiente proceso simplificado:

1. **Formulación del problema:** encontrar distintos enfoques que hayan enunciado cuáles son las competencias que se consideran esenciales para el siglo XXI.
2. **Reducir el problema** a palabras clave (etiquetas), como por ejemplo: competencias (*competencies, competences, abilities, skills*), siglo XXI (*21st Century*), educación (*education, training*), pensamiento computacional (*computational thinking*), etc., así como diversas combinaciones de ellas.
3. **Búsqueda de las palabras clave** en catálogos, revistas, bases de datos, libros, internet, etc.

4. **Analizar los resultados de la búsqueda** para así, a través del ‘método de la bola de nieve’, encontrar otros enfoques que no fueron localizados en la búsqueda inicial.
5. **Seguir realizando búsquedas** a partir de la concreción de ideas generada por las búsquedas anteriores.

Cuando se realiza una revisión de literatura, el proceso puede llevarse a cabo de varias formas diferentes, dependiendo de cuáles sean los objetivos de la propia revisión. Por lo tanto, existen múltiples enfoques para abordar una revisión de la literatura. A continuación se destacan los más importantes.

Tipos de revisión de la literatura

a.- Revisión tradicional

Cronin, Ryan y Coughlan (2008) la definen como un tipo de revisión que realiza una crítica y resume un conjunto de literatura para sacar conclusiones sobre un tema determinado. El contenido de la literatura está compuesto por los estudios y conocimientos que han abordado el tema previamente. Normalmente se trata de un método selectivo, aunque los criterios de selección de fuentes no siempre son tan evidentes para el lector. Este tipo de revisión es útil para agrupar un conjunto de información, que será posteriormente resumida y sintetizada.

El propósito es dotar al lector de un trasfondo que le permita conocer cuál es el conocimiento actual sobre algo y destacar el significado de la investigación que se va a realizar. Esta revisión proporciona inspiración e identifica brechas o inconsistencias en una determinada área de conocimiento, ayudando así al investigador a determinar o a definir las preguntas o hipótesis de investigación.

b.- Revisión sistemática de la literatura

En contraste con la revisión tradicional, Cronin et al. (2008) piensan que las revisiones sistemáticas utilizan un enfoque mucho más riguroso y definido, para

abordar un área específica, tratando siempre de responder a preguntas muy concretas.

A diferencia de las revisiones tradicionales, el propósito de una revisión sistemática es proporcionar una lista, tan completa como sea posible, de todos los estudios publicados e inéditos relacionados con una temática en particular. Aunque las revisiones tradicionales intentan resumir los resultados de varios estudios, las revisiones sistemáticas utilizan criterios explícitos y rigurosos para identificar, evaluar de forma crítica y sintetizar toda la literatura sobre un tema concreto.

c.- Meta-análisis

El meta-análisis es el proceso que supone tomar un gran conjunto de resultados cuantitativos y realizar un análisis estadístico del mismo, de tal manera que integre todos esos resultados, y así mejorar su comprensión del conjunto. El meta-análisis es visto como una revisión sistemática que no deja de ser una técnica estadística. Implica tomar los resultados de varios estudios sobre un mismo tema para analizarlos mediante procedimientos estadísticos estandarizados. Esto ayuda a extraer conclusiones, detectar patrones y relaciones entre los distintos hallazgos (Polit y Beck, 2013).

d.- Meta-síntesis

La meta-síntesis es una técnica no estadística que se utiliza para integrar, evaluar e interpretar los resultados de múltiples estudios de investigación cualitativa. Estos estudios se combinan para identificar sus elementos y aspectos comunes. Los hallazgos de la teoría fenomenológica, teoría fundamentada o de los estudios etnográficos pueden ser integrados y utilizados. A diferencia del meta-análisis, donde la intención última es reducir el número de hallazgos, la meta-síntesis supone analizar y sintetizar los elementos

claves en cada estudio, con el objetivo de transformar los hallazgos individuales en nuevas conceptualizaciones e interpretaciones (Polit and Beck, 2013).

En la figura 7.5 se muestra un breve resumen de los tipos de revisión de la literatura citados en los párrafos anteriores.

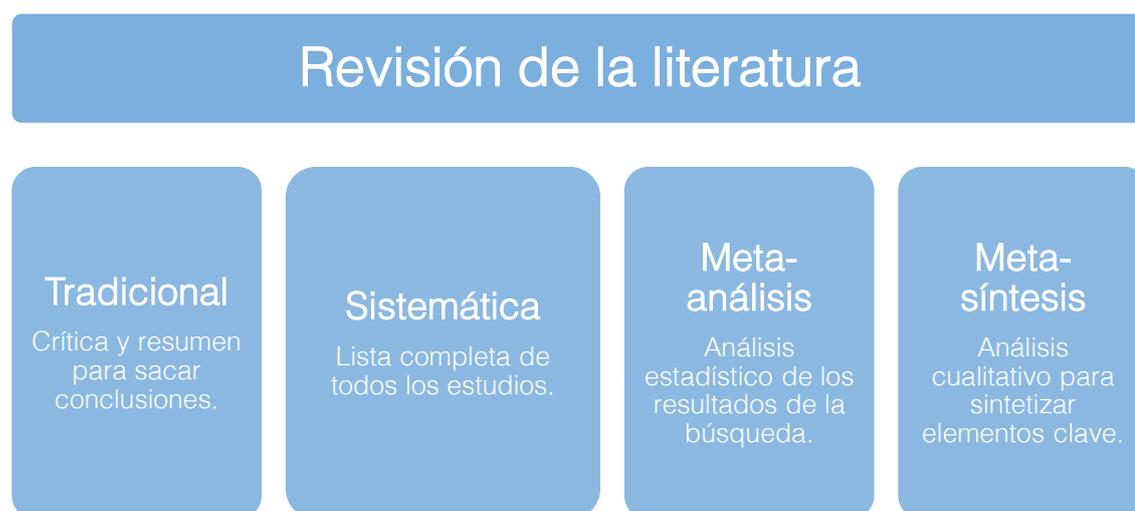


Fig.7. 5.- Tipos de revisión de la literatura sobre un tema determinado.

Fuente: Polit&Beck, 2006.

Este subapartado es especialmente relevante cuando se quiere realizar una publicación, relacionada con la revisión (*review*) de lo publicado y no publicado, acerca de un tema determinado.

En ambas partes de la tesis, la teórica y la empírica, se han utilizado los dos primeros tipos de revisión, que por su alcance se han considerado suficientes. Además, se considera que la revisión de la literatura realizada en el marco teórico, en los Capítulos V y VI, es suficiente y adecuada también para el marco empírico (objetivo de la investigación, modelo de investigación e hipótesis de trabajo).

VII.3.- Ajuste del marco teórico previo al marco empírico propuesto

El ajuste del marco teórico al marco empírico es necesario, como se ha indicado, dado el tipo de investigaciones desarrolladas en esta tesis. Los Capítulos V y VI son los directamente relacionados con el mismo, y de ellos procede el ajuste que se realiza; con mayor concreción son los apartados (§ V.4. 2. y § VI.4.2., § VI.2.) sobre los que se asienta dicho ajuste.

VII.3.1.- Competencias clave para el siglo XXI

Se trata de seleccionar unas pocas de las que se consideran necesarias incluir, para la educación y formación de los niños, adolescentes y jóvenes para el siglo XXI.

Se han seleccionado para la base teórica del marco empírico, entre los marcos de competencias (§ V.4.) tratados (§ V.4.2.), los dos siguientes

A.- *The Partnership for 21st Century Learning.*

B.- *Assessment & Teaching of 21st Century Skills (ATC21S).*

A continuación se abordarán, brevemente, cada una de ellas, como complemento necesario para su uso en el marco empírico.

VII.3.1.1.- *The Partnership for 21st Century Learning.*

Se trata de un marco que solo fue citado en (§ V.4.2 b), con la denominación abreviada: *P21.org*

El *P21* (La alianza para el aprendizaje del siglo XXI) es una gran alianza entre empresas, comunidad educativa y líderes políticos, que pretende centrar y aumentar la atención mundial en el desarrollo de las habilidades (competencias) necesarias para el siglo XXI. La organización recibe el apoyo del Departamento de Educación de los Estados Unidos y de empresas como Apple, Cisco, Dell y Microsoft entre otras.

El *P21* identifica un conjunto de habilidades que, al ser integradas en los contenidos correspondientes, han sido consideradas como esenciales por todos los agentes participantes en la propuesta. Su justificación se fundamenta en los tres aspectos siguientes:

- a) Todos los estudiantes necesitan, y merecen tener, oportunidades de aprendizaje en el siglo XXI, para prosperar como líderes, trabajadores y ciudadanos.
- b) El aprendizaje tendrá lugar en diferentes escenarios a lo largo de la vida. Los estudiantes, desde sus primeras etapas escolares, necesitan abordar una serie de experiencias que les permitan desarrollar sus habilidades, destrezas y capacidades para alcanzar el éxito. Una base sólida para alcanzar dicho éxito comienza con el aprendizaje que tiene lugar fuera del colegio.
- c) Los entornos y oportunidades de aprendizaje del siglo XXI son esenciales para preparar a todos los estudiantes para los retos del trabajo, de vida y de ciudadanía del siglo XXI; así como para garantizar la innovación continua de la economía y de la salud de la democracia.

En la Fig. 7.6. se muestra el conjunto de habilidades que se encuentran recogidas en el **Marco para el Aprendizaje del Siglo XXI**. El marco del *P21* representa los **resultados a conseguir** por los estudiantes del siglo XXI (habilidades, conocimientos y experiencias), así como los **sistemas de apoyo** para lograrlos.

A unified vision for learning to ensure student success in a world where change is constant and learning never stops.

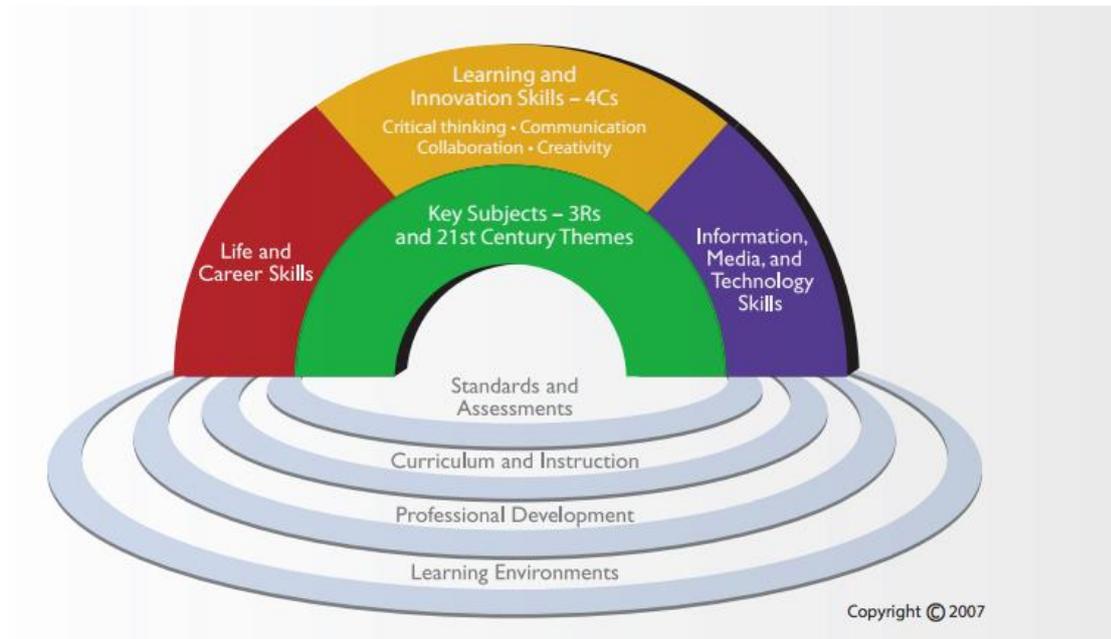


Fig. 7.6.- Marco para el Aprendizaje del Siglo XXI.

Fuente: *P21.org.*, 2007

Temas y materias clave para el siglo XXI (*P21*, 2009)

Según el *P21*, el dominio de las materias clave y los temas del siglo XXI es esencial para el éxito de los estudiantes, en todos los aspectos de su existencia. Las materias clave incluyen el dominio de la lengua nativa, la lectura o artes lingüísticas, las lenguas extranjeras, las enseñanzas artísticas, las matemáticas, la economía, la ciencia, la geografía, la historia, la gobernanza y el civismo. Además, las escuelas deben promover la comprensión de los contenidos académicos a un nivel mucho mayor que el actual, introduciendo temas interdisciplinarios del siglo XXI, como si se tratasen de materias clave nuevas².

² Para lo que habría que eliminar algunas consideradas como tales hasta el momento.

El *P21* establece que las nuevas habilidades de aprendizaje son aquellas que separan a los estudiantes, que están preparados para afrontar la complejidad del mundo actual, de aquellos que no lo están.

Estas habilidades son:

- a) Creatividad e Innovación.
- b) Pensamiento crítico y resolución de problemas.
- c) Comunicación.
- d) Colaboración.

En estas cuatro habilidades (realmente son cinco, ya que la segunda incluye a dos de ellas) se centra la parte empírica de la tesis. Posteriormente (Capítulos VIII y IX), a través de una serie de herramientas analíticas, seremos capaces de averiguar **cuál es el nivel de desarrollo de las cuatro habilidades mencionadas, utilizando el desarrollo de pensamiento computacional como forma de adquirirlas.**

Como se analiza en el Capítulo VI el hecho digital es una realidad incuestionable en nuestras vidas. Para el *P21* los ciudadanos y trabajadores eficaces, comenzando desde las primeras etapas escolares, deben ser capaces de mostrar una gama de habilidades de pensamiento crítico y funcional, tales como:

- a) Alfabetización informacional.
- b) Alfabetización mediática (en el uso de distintos medios de comunicación).
- c) Alfabetización TIC.

Además, los estudiantes de hoy en día necesitan desarrollar habilidades de razonamiento, conocimientos en distintas materias, competencias emocionales y sociales, para poder 'moverse' en un entorno VUCA (§ I.1.1.).

Según el *P21* estas habilidades son:

- a) Flexibilidad y adaptabilidad.
- b) Iniciativa y autonomía.
- c) Habilidades sociales e interculturales.
- d) Productividad y responsabilidad.
- e) Liderazgo y seriedad.

El sistema de apoyo para el siglo XXI:

El aprendizaje del siglo XXI requiere un sistema de apoyo innovador, que implique a los estudiantes a través de habilidades y conocimientos aplicables, tecnologías apropiadas y conexiones reales, que conviertan el aprendizaje en algo relevante, personalizado y atractivo. El *P21* ha identificado cinco sistemas para asegurar que los estudiantes disfrutaran de todas esas experiencias, son los que ha denominado, estándares del siglo XXI:

- a) Enfoque en las habilidades del siglo XXI, conocimiento de los contenidos, y pericia en su asimilación, desarrollo y aplicación.
- b) Desarrollar la comprensión a través de las materias académicas así como los temas interdisciplinarios del siglo XXI.
- c) Hacer hincapié en un aprendizaje profundo y significativo, en vez de en uno superficial e intrascendente.
- d) Involucrar al alumnado mediante el uso de datos y herramientas reales; así como a profesionales expertos en la materia. Los estudiantes aprenden mejor cuando participan activamente en la solución de problemas significativos.
- e) Utilizar diferentes formas de evaluar/acreditar la suficiencia y sus grados.

Para un completo desarrollo del Marco (evaluación de las competencias para el siglo XXI; plan de estudios y formación para el siglo XXI; desarrollo profesional

para el siglo XXI; y escenarios de aprendizaje para el siglo XXI) se puede consultar la referencia que se incluye al principio de este sub-subapartado, ya que no aportan valor adicional para este marco empírico.

VII.3.1.2.- *Assessment & Teaching of 21st Century Skills (ATC21S)*

El otro marco de competencias seleccionado fue el 'Enseñanza y evaluación de las habilidades del siglo XXI', (§ V.4.d). Este marco está desarrollado **más que el anterior** en la parte teórica de la tesis, por ello nos centramos en lo más específico relacionado con este marco empírico. La razón estriba en que el mismo tiene muy bien estructurado su propio marco conceptual y se orienta a cómo desarrollar diversas 'formas de pensar' en la ciudadanía del siglo XXI.

Los dominios de aprendizaje establecidos por la *ATC21S* incluyen: maneras de pensar, métodos de trabajo en equipo, utilización de nuevas herramientas y modos para vivir en la 'nueva' sociedad, Fig. 5.9. Los dominios, a su vez, se dividían en habilidades y enfoques de aprendizaje de la siguiente forma:

- a) Formas de pensar.
- b) Formas de trabajar.
- c) Herramientas para el trabajo.
- d) Habilidades para vivir en el mundo.

La finalidad de la propuesta de la *ATC21S* fue desarrollar nuevos métodos que enseñasen y evaluaran habilidades y conocimientos, que podrían formar parte de la base los estudios del siglo XXI, haciendo especial hincapié en habilidades tales como: la resolución de problemas, la creatividad e innovación, la metacognición, aprender a aprender; la comunicación y la colaboración; la alfabetización (cultura) digital y en TIC; y la ciudadanía, competencias para la vida y el trabajo, actitudes (personal y social).

Entre las que señala la *ATC21S* se han seleccionado:

- Creatividad.
- Pensamiento crítico.
- Comunicación.
- Colaboración.
- Resolución colaborativa de problemas complejos (de cierta complejidad, adecuada para el alumnado).

Como se adelantó en (§ VI.4.). Realmente se trata de las competencias 4C's a la que se le ha añadido la de resolución de problemas, de cierta complejidad para 'los participantes'. Esta última está asociada tanto a los citados marcos competenciales, como a las que se desarrollan mediante esta forma de 'computacional' de pensar.

Antes de describir cada una de ellas, se aborda el otro aspecto del 'ajuste del marco teórico al presente marco empírico' en su parte teórica propia: el pensamiento computacional.

VII.3.1.3.- El pensamiento computacional como competencia para aprender habilidades básicas del siglo XXI³.

Para el aprendizaje y desarrollo de las habilidades anteriores se han utilizado conceptos, herramientas y recursos propios del pensamiento computacional; es lo que justifica la formulación de las preguntas e hipótesis de investigación del marco empírico, que se abordan en apartados siguientes.

La segunda parte del Capítulo VI se dedica al Pensamiento Computacional (PC). De ella es necesario 'ajustar' los aspectos más relacionados con el marco empírico, que se está describiendo y justificando.

³ Al mismo tiempo que habilidades que son específicas del mismo.

Interesan, sobre todo, las aportaciones de J. M. Wing, (§ VI.4.2.), desde su artículo pionero en 2006 a las últimas aportaciones en 2017. Sintetizando su pensamiento de la siguiente forma:

Wing resalta que el pensamiento computacional se ha posicionado como un aspecto muy importante a desarrollar en los niños, adolescentes y jóvenes; se trata de una manera ordenada de pensar, de reflexionar sobre los diferentes problemas que se puedan presentar a lo largo de la vida, tanto en lo personal (individual y colectivo) como en lo profesional. El pensamiento computacional ayuda a estructurar y gestionar la gran cantidad de información que se recibe cada día.

Este proceso mental es posible gracias a las tres fases del PC, simplificándolo mucho (§ VI.4.), que se muestran en la Fig.7.7.:

- **Descomposición:** resolver un problema, dividiéndolo en partes más pequeñas.
- **Reconocimiento de patrones:** encontrar la relación jerárquica, analizar los datos.
- **Diseño algorítmico:** obtener soluciones, siguiendo una serie ordenada de pasos.

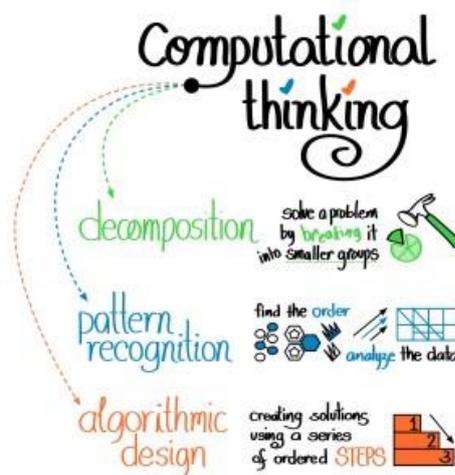


Fig.7.7.- Fases, simplificadas, del proceso mental relacionado con el pensamiento computacional. Fuente: *Ohio Department of Education Guest Blog* (web).

Los niños, adolescentes y jóvenes tienen el mundo al alcance de las 'yemas de sus dedos' y están expuestos a grandes volúmenes de información, presentada en multitud de formatos. Para que el proceso de aprendizaje adquiera relevancia, de modo que los alumnos estén lo suficientemente motivados como para comprometerse con él, las tareas deben ser lo suficientemente ricas e incluir un componente importante de participación que Elliot y Harackiewicz (1994) definen como "el grado en el que los individuos se concentran o se ven absorbidos por cierta actividad". Esta relevancia hace referencia directa a los propósitos y objetivos de dichas tareas y a los medios mediante los cuales se pueden llevar a cabo.

Por ejemplo, un informe escrito es un medio adecuado que requiere de cierto tipo de habilidades de alfabetización⁴. Pero igualmente adecuados son otros medios tales como *podcasts*, ilustraciones o cómics. Estos medios son válidos para integrar procesos de razonamiento de orden superior, puesto que requieren de planificación, diseño, creación y presentación de soluciones.

Permitir que los estudiantes contribuyan en el desarrollo de la evaluación es un paso clave para estimular su participación. ¿Por qué no deberían ser partícipes de su propio aprendizaje de una manera más activa? Angelo y Cross (1993) están convencidos de que la motivación en el aula aumenta cuando los alumnos se dan cuenta de que el profesorado está implicado en su aprendizaje. El proceso de aprendizaje en sí mismo es tan importante como el producto final; se deben valorar los resultados, pero también el proceso que se sigue para alcanzarlos.

Para desarrollar las competencias (o habilidades) priorizadas, (§ VI.3.1.2.), se han utilizado herramientas y recursos propios del PC, del tipo considerado en (§ VI.5.). Especialmente lenguajes de programación visuales (seleccionar-

⁴ Hacia las cuales no tienen excesiva motivación los actuales 'milenials'.

arrastrar-situar), concretamente *Snap!* (anteriormente *BYOB*⁵), que se describió en (§ VI.5.2 a). Sus diferencias con *Scratch*, muy utilizado en todo el mundo, se pueden contrastar en la *Scratch Wiki (Snap! (Programming Language))* donde se encuentran las razones que llevaron a utilizarlo en este caso, algunas de las cuales ya se indicaron en el apartado citado del Capítulo VI.

A pesar de que se trata de dos herramientas semejantes, existen pequeños detalles que las diferencian y otros que comparten.

Snap!:

1. Tiene más bloques que *Scratch*.
2. Ambas tienen sección de comentarios.
3. En ambas se puede abrir una cuenta; aunque no es obligatorio.
4. Se puede utilizar en móviles, e incorpora ciertos *scripts*, que permiten deslizar los bloques tanto digitalmente (dedos) como mediante teclado.
5. Posiblemente es más nuevo, por lo menos hasta que se lance *Scratch* 3.0⁶.

Tras analizar cuáles podrían considerarse las competencias esenciales para el desarrollo del siglo XXI y haber tomado como piedra angular sobre la que construir la investigación los enfoques del *P21* y *ATC21S*, se pasa a explicar de forma breve cada una de las competencias, que serán analizadas y evaluadas en los capítulos siguientes de este marco empírico. A las cuatro competencias primeras del cuadro anterior (§ VI.3.1.2.) se les conoce como las "4Cs": creatividad, pensamiento crítico, colaboración y comunicación (§ V.1.1.); además, se ha abordado la de 'resolución colaborativa de problemas', asociada más directamente al pensamiento computacional.

⁵ Acrónimo de: *Build Your Own Blocks*.

⁶ También es cierto que se ya se 'ha liberado' la versión *Snap!* 4.0.

VII.3.2.- Descripción de cada una de las competencias, 4C's

Se realiza una introducción a cada una de las 4C's, para 'medirlas' y analizar los resultados en los dos capítulos siguientes de este marco empírico.

VII.3.2.1.- Creatividad

La creatividad forma parte de una de las cuatro competencias básicas o nucleares, que propone marco del *P21*. Es una habilidad ampliamente reconocida como algo esencial para el siglo XXI⁷. Se encuentra incluida dentro de las listas de objetivos que proponen muchas universidades ya que la economía globalizada requiere de altos niveles de imaginación, creatividad e innovación, que continuamente estén 'inventando' nuevos y mejores servicios y productos para el mercado global (Trilling y Fadel, 2009).

George Land y Jarman (1993) realizaron una investigación, para averiguar el nivel de creatividad de 1600 niños de edades comprendidas entre 3 y 5 años. Para medirla se utilizó un test diseñado para la NASA, y cuya función era ayudar a seleccionar los ingenieros y científicos más innovadores. La evaluación tuvo tanto éxito que se intentó extrapolar a niños. Este grupo de niños fue evaluado a la edad de 5, 10 y 15 años, demostrándose que su nivel de creatividad disminuyó con el paso del tiempo⁸.

Los resultados fueron:

- Test con niños de 5 años: 98%.
- Test con niños de 10 años: 30%.
- Test con adolescentes de 15 años: 12%.
- Test de una muestra de 280.00 adultos: 2%.

⁷ Recordar, además, la frase atribuida a A. Einstein en el Capítulo I.

⁸ De estas medidas hace uso Robinson, cuando afirma que 'la escuela mata la creatividad de los niños'.

Los resultados anteriores hicieron que la investigación concluyera que el comportamiento no creativo se aprende. De ello se deduce que la creatividad está compuesta por distintas variables, tal como se muestra en la figura 7.8.

Three Components of Creativity

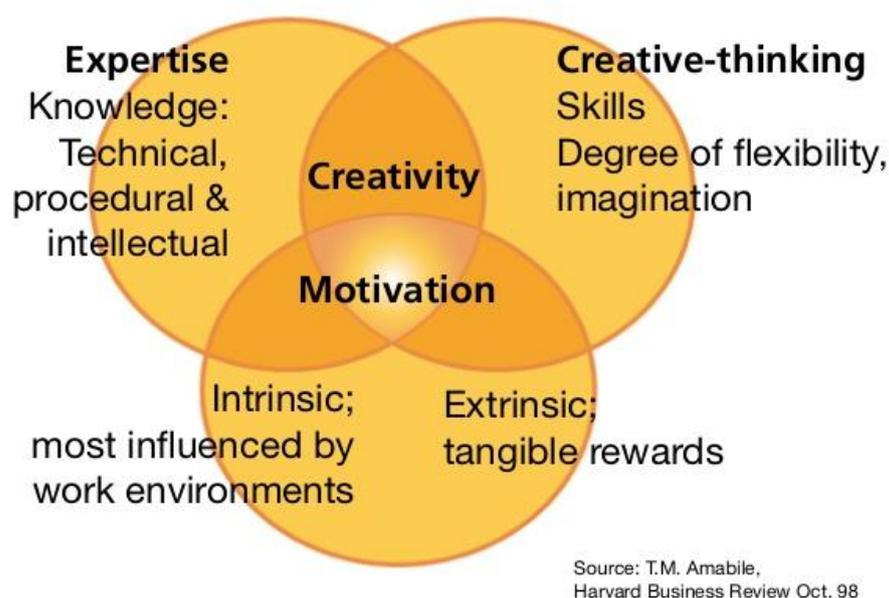


Fig.7.8.- Tres componentes de la creatividad.

Fuente: Amabile (1988).

La capacidad de producir y poner en práctica nuevas ideas que puedan resultar útiles se está convirtiendo en un factor fundamental para aumentar las posibilidades de éxito e incrementar la calidad de vida. El cambio de paradigma que ha supuesto pasar de una sociedad puramente industrial a una sociedad basada en una economía del conocimiento y la innovación (§ 1.2.) hace que la capacidad para resolver problemas de forma creativa sea una habilidad indispensable para el éxito vital, educativo y laboral. Los seres humanos -como individuos y personas, (§ 11.2.)- que son innovadores tienen un perfil estrechamente relacionado con ciertas competencias específicas ya que

puntúan alto en las categorías de investigación y trabajo en equipo, además de conocimiento y habilidades dentro de un área determinada (Allen y Van der Velden, 2011).

En una época en la que la gran parte de la información puede ser obtenida rápidamente mediante un teléfono inteligente (*Smartphone*), el nivel sobresaliente en una rúbrica estaría en la capacidad para utilizar dicha información y convertirla en conocimiento aplicado de una forma creativa, de manera que produzca resultados valiosos y resuelva problemas complejos. La capacidad para innovar, tanto en solitario como en grupo, es positiva tanto en el lugar de trabajo como en la creación e implementación de ideas, y en el entorno familiar.

La creatividad ha sido definida, tanto explícita como implícitamente, de muchas maneras durante décadas. Por ejemplo, Stein (1953) la definió como "el proceso que genera un trabajo nuevo que es aceptado como defendible, útil o satisfactorio por un grupo de individuos en algún momento del tiempo" (p. 172). Con el paso de los años, casi todas las definiciones han incluido lo novedoso y la utilidad de alguna forma de la misma, con el convencimiento de que la creatividad implica ambas cosas. En otras palabras, producir una solución diferente o útil de forma exclusiva no era suficiente. Las soluciones debían ser únicas, nuevas y útiles con el fin de que estas fuesen una actividad creativa.

Plucker, Beghetto y Dow (2004), en una revisión sobre la definición y aplicaciones de la creatividad, encontraron que la mayoría de investigadores no estaban definiéndola explícitamente en sus trabajos, sino que la mayoría de definiciones implícitas se ajustaban a la conceptualización tradicional (única y útil). Para contextualizar esta definición con los avances en la teoría del aprendizaje, propusieron una nueva definición: "La creatividad es la interacción entre aptitudes, procesos y entornos mediante la cual un individuo o un grupo

crea un producto perceptible, que es a su vez novedoso y útil dentro del contexto social".

Algunos investigadores sugieren que un producto creativo también debe sorprender (Amabile, 1996; Boden, 2004; Simonton, 2012). Esto puede llegar a ser cierto dependiendo de la situación, como cuando hablamos de productos pendientes de ser patentados. Esta característica adicional cae bajo el requisito de "contexto social" que ya se encuentra presente en la definición de Plucker.

Lo anterior, desde la perspectiva de una investigación teórica, presenta algunas imprecisiones, que son admisibles en la parte teórica de un marco empírico: el concepto de creatividad. Y lo son porque para la parte empírica **creatividad es simplemente lo que se mide mediante los test acreditados para tal fin por la comunidad educativa internacional**⁹; es decir, una definición operativa. La Fig. 7.8. lo muestra claramente: una definición en función de las componentes que se le asignan¹⁰.

Entre las imprecisiones está la de no matizar entre imaginación, creatividad e innovación. Es cierto, como ocurría en los diferentes conceptos tratados en los Capítulos del I al VI, que no existe un consenso acerca de la definición de creatividad. No obstante, se hacen a continuación unas consideraciones básicas acerca de la misma:

- K. Robinson, (*education.com, 2010*), resuelve la imprecisión anterior de la siguiente manera:

The first step is imagination, the capacity that we all have to see something in the mind's eye. Creativity is then using that imagination to

⁹ Parece relevante esta matización en una tesis, que tiene una parte primera de investigación teórica. Este aspecto se trata solo, como ilustración, en la primera de las 4C's; aunque es aplicable al resto de ellas.

¹⁰ Se trata, en cierto modo, de definiciones en 'extenso'. Otros autores podrían, en principio, fijarse o priorizar otras componentes de esta importante competencia o capacidad para el siglo XXI.

solve problems—call it applied imagination. Then innovation is putting that creativity into practice as applied creativity.

Sir Ken Robinson, Reading, Writing, and Creativity, Business Week, February 23, 2006, www.businessweek.com

- Hay que precisar en qué contexto se utiliza la competencia 'creatividad'.
- Así como la computación da lugar a una forma de pensar propia, que se denomina y excede al campo semántico anterior, pensamiento computacional; la creatividad también determina una forma de pensar propia: pensamiento creativo.
- La creatividad es un proceso con múltiples componentes y se da en un contexto social determinado. La página de education.com tiene gran cantidad de material para el aprendizaje de la creatividad en niños y adolescentes (education.com, web), (De Haan, 2009).
- Conviene acceder a trabajos que plantean la creatividad en el contexto educativo, por ejemplo: (Chávez-Eakle, 2010), (Morris, 2006).
- La creatividad es una competencia importante en educación y para la vida (Rusbult, 2017).
- Medios de comunicación internacionales: Forbes, *The Huffington Post*, *The Guardian*, *TED Talks*, *New Statesman*, etc publican artículos, acerca de la relevancia de la creatividad en el mundo actual y futuro, tratando que la sociedad y el sistema escolar tomen conciencia de ello.
- Las competencias 4C's y la de resolución de problemas son cinco competencias que están interrelacionadas entre sí, como lo muestran las referencias citadas; por lo que es posible abordarlas en grupo, como se ha hecho en la parte empírica de esta tesis.

VII.3.2.2.- Pensamiento crítico

Aunque muchos aspectos de la cognición humana siguen siendo un 'misterio', los avances de neurología cerebral y de la psicología evolutiva, (§ III.1), han comenzado a 'mostrar' ciertas estrategias que se emplean a la hora de pensar de manera ordenada, para analizar y resolver problemas. Este tipo sistemático de razonamiento se conoce generalmente como "pensamiento crítico".

El pensamiento crítico ya fue estudiado por J. Dewey (§ II.4.1.) en su libro *How We Think*¹¹ (1910), en el cual se incluían muchos modelos de habilidades importantes para el éxito educativo y profesional. El razonamiento, la lógica y el criterio son consideradas habilidades cognitivas de gran utilidad en educación y en la vida laboral. Como estos son componentes importantes del pensamiento crítico, queda claro por qué los educadores han propuesto con reiteración que se incluya el aprendizaje del pensamiento crítico en la escuela (Wagner, 2008).

Algunas de las claves para alcanzar un pensamiento crítico aparecen sintetizadas en la figura 7.9. Se trata de una visión que establece como necesarias las habilidades que implican pararse a pensar, reconocer asunciones, evaluar la información, extraer conclusiones y generar un plan de acción.

En la Fig. 7.9. se muestran seis habilidades nucleares que componen las etapas que llevan a desarrollar un proceso de pensamiento crítico acerca de una información y/o situación, (Tilus, 2012).

¹¹ Reeditado en 2007 por PAIDOS Ibérica, en español. Es un libro cuyo original se puede descargar legal y gratuitamente en inglés.

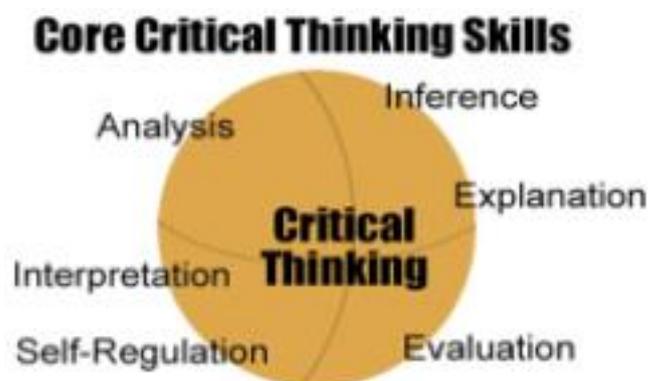


Fig. 7.9.- Habilidades nucleares asociadas al pensamiento crítico.

Fuente: Tilus, 2012.

El proceso a seguir implica:

- Interpretación; es decir, 'pararse a pensar' acerca de la información, situación o circunstancia concreta que se plantea.
- Análisis: ¿qué significa y qué finalidad tiene la información (trayectoria del autor)?, ¿qué es lo que realmente quiere decir y dice?
- Inferencia: ¿qué se deduce de la misma?, ¿qué elementos se necesitan conocer y/o contrastar, para llegar a una conclusión o hipótesis?
- Evaluación: su credibilidad (trayectoria y reconocimiento del autor, y de lo que dice).
- Explicación: añadirle claridad y perspectiva para su comprensión, tanto para uno mismo como para cualquier otra persona con la que se comparta.
- Perspectiva o reflexión propia (auto-regulación): ser consciente de la potencialidad personal de pensamiento y de conocimiento, acerca del tipo de información que se procesa, así como de los elementos que se utilizan para encontrar resultados (soluciones, criterio propio, decisiones, etc.).

Y finalmente se trata de elaborar un plan de acción, para ejecutar la solución, desde los valores y principios de uno mismo.

Los investigadores y educadores han conceptualizado el pensamiento crítico de varias formas durante el último siglo. La propuesta de Dewey (1910) supuso una primera propuesta y teoría; en su libro reflexionó sobre el proceso de razonar, discutiendo sobre estereotipos, prejuicios y decisiones tomadas en base a información defectuosa, además de otros obstáculos que surgen a la hora de alcanzar un razonamiento productivo. Sostuvo que el pensamiento sin una reflexión adecuada no es pensamiento crítico, y que para tomar mejores decisiones la auto-reflexión es vital. Se consideró que el cultivo de la curiosidad era muy importante, ya que creía que esto daba lugar a un pensamiento más reflexivo y, por lo tanto, a un pensamiento más crítico. Sobre la base de la conceptualización de Dewey, el pensamiento crítico es análogo a la metacognición (§ III. 2), o a pensar sobre nuestro propio pensamiento.

Otro importante hito teórico fue la Taxonomía de Bloom (1956), que durante los últimos 50 años ha sido considerada un modelo esencial para los educadores interesados en el pensamiento crítico. La taxonomía se dividió en tres secciones: cognitiva, afectiva y psicomotriz (equivalentes a las tres componentes de la inteligencia generadora de J.A. Marina, (§ III.5.3). Se basa en la creencia de que hay que desarrollar habilidades básicas fundamentadas en requisitos previos antes de poder progresar hacia otras habilidades más complejas y de orden superior. El dominio cognitivo es más relevante para la enseñanza del pensamiento crítico, y se incluyen seis categorías: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación. Se asumió que las categorías eran jerárquicas, aumentando en concreción y complejidad a medida que se avanzaba en la taxonomía. Por ejemplo, un individuo tiene que desarrollar conocimiento (conceptos básicos, hechos) antes de poder avanzar hacia la comprensión, donde puede utilizar esos hechos para realizar

comparaciones, transformaciones o nuevas interpretaciones. Este modelo de pensamiento crítico ha sido muy popular entre los docentes. La taxonomía de Bloom ha pasado por diversas actualizaciones en los últimos años, (López García, 2014).

Con el desarrollo de las TIC, los investigadores cognitivistas (§ VI.4.1., construccionismo vs. constructivismo) comenzaron a pensar de forma diferente sobre el modo en el que creamos y procesamos la información. Mientras aumentaba el uso de los ordenadores, se propuso la teoría cognitivista del procesamiento de la información. Newell y Simon (1961) presentaron un programa informático pensado para funcionar de un modo parecido al que lo hacía la cognición humana, con el argumento de que la mente humana resuelve problemas descomponiéndolos en otros más pequeños a los que se les podría aplicar estrategias sistemáticas para ser abordados. El modelo de procesamiento de la información sigue siendo popular hoy en día, aunque la mayoría de los psicólogos han dado un paso más a la hora de formular esta definición de pensamiento crítico, explicando con detalle qué "estrategias sistemáticas" se podrían utilizar para resolver dichos problemas.

Por ejemplo, Ennis (1985), define el pensamiento crítico como "decidir racionalmente qué hacer o creer" (p. 45). Sternberg (1986), aporta algo más y lo define como "los procesos mentales, las estrategias y representaciones que las personas utilizan para resolver problemas, tomar decisiones y aprender nuevos conceptos" (p. 3), (§ IV.4.). Además, Sternberg propuso una taxonomía para el pensamiento crítico basada en tres componentes: meta componentes, componentes de rendimiento y componentes de adquisición de conocimiento.

Los metacomponentes son lo que muchos investigadores piensan cuando hablan sobre el pensamiento crítico: los procesos que intervienen en el control de la propia cognición, la evaluación de un problema y la decisión sobre el curso de una acción. Los componentes de rendimiento son los procesos de

pensamiento de orden inferior (como la lectura, la visualización y el razonamiento inductivo o deductivo). Los componentes de adquisición de conocimiento consisten en procesos que hacen que la adquisición de conocimientos relevantes sea mucho más sencilla (como la atención selectiva).

En 1990, la Asociación Estadounidense de Psicología¹² encargó a un panel de 46 expertos que decidieran y establecieran una definición para el pensamiento crítico. El informe del panel, analizó el pensamiento crítico partiendo de dos dimensiones (habilidades cognitivas y disposiciones). La dimensión concerniente a la habilidad cognitiva incluye las sub-habilidades de interpretación, análisis, evaluación, inferencia, explicación y autorregulación, mientras que la dimensión de disposición incluye las características afectivas que son necesarias para que las habilidades cognitivas prosperen. La dimensión referente a las disposiciones fue objeto de debate, con un 30% de los contribuyentes argumentando que no se debía incluir en la conceptualización el pensamiento crítico. Por el contrario, la dimensión de las habilidades cognitivas fue ampliamente aceptada.

VII.3.2.3.- Colaboración

La colaboración se considera cada vez más un objetivo importante en el sistema educativo. La mayoría de los modelos que hacen referencia a las habilidades para el siglo XXI la consideran una competencia clave.

El valor de la 'colaboración', en todos los niveles de la educación formal, se ha considerado importante desde hace muchos años, pero no ha sido hasta hace poco tiempo que los legisladores educativos la han incluido como una competencia con identidad propia, que debe aprenderse y aplicarse desde los primeros años de escolaridad.

¹² APA: American Psychological Association.

En la actualidad, los docentes diseñan y utilizan distintas iniciativas, que realzan la importancia de la enseñanza-aprendizaje de la colaboración de sus sub-habilidades asociadas, de los aspectos situacionales y del entorno en que tiene lugar; todos estos aspectos ayudan a optimizar la 'colaboración'. Esta habilidad no es más que un medio (¿cómo?) para alcanzar un fin (¿para qué?), (§ II. 1.1.), pero es crucial su aprendizaje, entrenamiento y mejora, tanto para la vida en común como para la laboral.

La colaboración no debe ser confundida con otros términos próximos como coerción, participación o cooperación. Está relacionada con ellos, aunque también aquí hay matizaciones para aclarar. La figura 7.10, (Schwer, 2013), muestra dicha aclaración mediante cuatro afirmaciones.

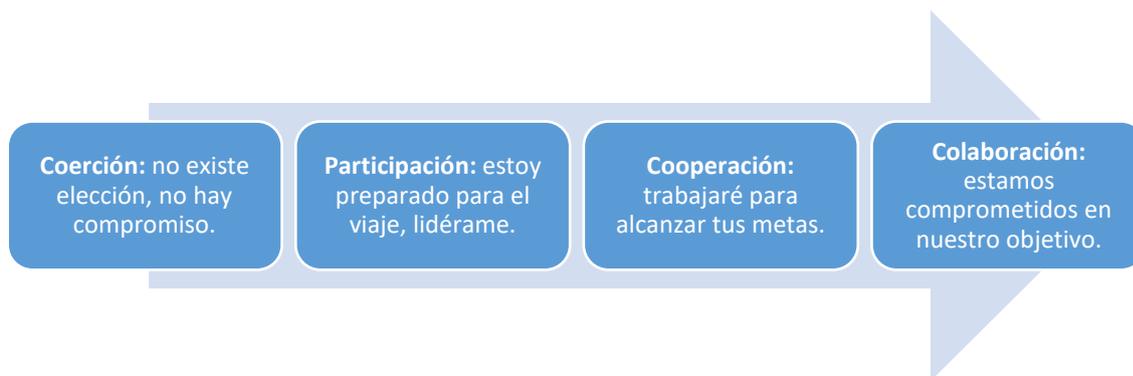


Fig. 7.10.- ¿Qué es la colaboración?

Fuente: Schwer, 2013.

Las organizaciones (la escuela es un tipo de ellas), cada vez más, realizan mayor énfasis en diseñar nuevas estructuras y escenarios que fomenten y faciliten el trabajo en equipo¹³. Estas estructuras dependen de redes de equipos y espacios multifuncionales, y están relacionados con la tecnología y el diseño. La naturaleza de cómo se está realizando el trabajo hoy en día requiere que los alumnos desarrollen habilidades de flexibilidad y colaboración,

¹³ Uno de los aspectos más relevantes, en relación con la 'colaboración', aunque no es el único.

además de contar también con (las tradicionales) habilidades cognitivas, más o menos complejas.

La capacidad para trabajar con eficacia y eficiencia con los demás ('los otros', Fig. 2.4.), se ha convertido en una importante habilidad para el éxito y la realización personal y profesional. Sin embargo, el énfasis que se realiza en las escuelas sigue siendo en gran parte tradicional y refleja los modelos más antiguos de interacción.

En una definición ampliamente utilizada, Roschelle and Teasley (1995) describen la colaboración como: una "actividad coordinada y sincrónica que es el resultado de un continuo intento para construir y mantener una concepción compartida de un problema" (p. 70). Del mismo modo, Hesse, Care, Buder, Sassenberg, & Griffin et al. (2015) definen la colaboración como "la actividad de trabajar juntos hacia un objetivo común" (p. 38). Dada la existencia de una definición común entre la mayoría de investigadores, la cantidad de diversos enfoques teóricos para el estudio de la colaboración es bastante amplia y llamativa.

Kuhn (2015) realiza una revisión exhaustiva del tema, proponiendo una clasificación de investigaciones sobre la colaboración, en el marco de la educación, y estableciendo dos grandes categorías para la misma, que se describen a continuación.

La primera categoría, que él denomina 'la visión más amplia' (p. 46), la colaboración es vista como un proceso que conduce a otros resultados individuales y grupales, tales como la resolución exitosa de problemas y la mejoría del desarrollo intelectual. Las definiciones, teorías e investigaciones, desde esta perspectiva, tienden a estudiar cómo el trabajo en equipos de varios tamaños ayuda a que las personas alcancen determinados resultados cognitivos.

La segunda incluye conceptualizaciones de la colaboración como una habilidad del siglo XXI, con la implicación de que se trata de un valioso resultado educativo en sí mismo. Este enfoque incluye la definición del marco del *P21*, el cual enfatiza en relación con esta competencia, que se trata de:

- a) demostrar la capacidad de trabajar de manera eficaz y respetuosa con diversos equipos;
- b) ejercitar la flexibilidad y la voluntad de ser útil para afrontar los compromisos necesarios con el objetivo de alcanzar un objetivo común;
- c) asumir la responsabilidad compartida para el trabajo colaborativo; y
- d) valorar las contribuciones individuales realizadas por cada miembro del equipo.

El mejor ejemplo actual de esta conceptualización es, tal vez, el modelo de resolución colaborativa de problemas propuesto por el proyecto *ATC21S*, Fig. 5.9. En este modelo, el marco de resolución colaborativa de problemas separa claramente entre habilidades sociales y habilidades cognitivas. Las habilidades sociales incluyen participación, toma de perspectiva, regulación social; mientras que las habilidades cognitivas hacen referencia a la regulación de tareas y el aprendizaje. Posteriormente cada categoría se descompone en otras subcategorías; con indicadores específicos y evidencias conductuales, para justificar la presencia de cada sub-destreza en los estudiantes y grupos.

Esta competencia tiene mucho que ver con las **competencias interpersonales**, que se manejaron en la investigación teórica, Fig. 5.14. En este aspecto tiene mucho que ver también con el proceso de formación del carácter de cada persona, que es uno de los sumandos clave (§ V.1.1 B) en el modelo de educación y formación propuesto para el siglo XXI.

Los niños adquieren este tipo de competencias mediante el juego, como se ha hecho en este caso, utilizando recursos de lenguajes visuales de programación,

entre otros tipos de herramientas (*Sandbox Learning. Education Tools, 2006*): *Fun Activities for Teaching Cooperation*.

VII.3.2.4.- Comunicación

La comunicación es un componente clave en las habilidades del siglo XXI; sin embargo, no ha recibido la misma atención por parte de los investigadores. Atención de la que sí han disfrutado las anteriores, creatividad y pensamiento crítico. Las investigaciones precedentes sobre la comunicación se han centrado fundamentalmente en la que se daba entre el maestro y el estudiante o incluso enseñando explícitamente técnicas de comunicación en los niveles no universitarios y universitarios (hablar en público, oratoria, dialogo, etc.). La habilidad de ‘comunicación’ para el siglo XXI es más que saber cómo expresarse.

Las habilidades comunicativas se dividen en tres grandes grupos: orales, escritas y no verbales. Estos tres grandes grupos a su vez hacen referencia a otros factores tal y como se muestra en la figura 7.11.



Fig. 7.11.- Habilidades de comunicación

Fuente: Elaboración propia, por su simplicidad.

La información que incluye la figura no precisa ampliación.

The University of Kent, U.K (web) tiene un excelente servicio de orientación para el alumnado de sus diferentes titulaciones y para su empleabilidad, información que mejora mediante la realimentación de los propios estudiantes y graduados. Entre la información que ofrece están las relativas a las habilidades específicas, que entre otras incluyen las de comunicación hablada, comunicación escrita, y una muy importante y que normalmente no se referencia: habilidades de persuasión, de capacidad de influencia y de negociación¹⁴. Como ilustración se ha seleccionado el esquema que han diseñado para esta última, ya que es la que usualmente recibe menos atención Fig. 7.12.

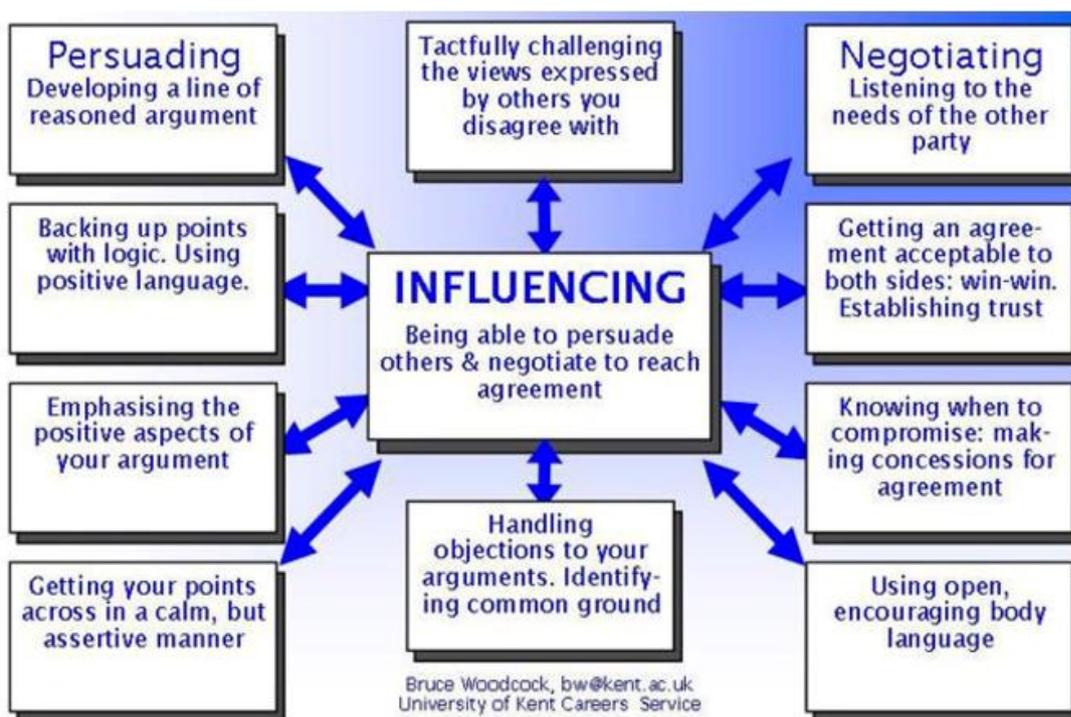


Fig. 7.12.- Componentes de la habilidad 'capacidad de influencia'.

Fuente: *University of Kent Careers Service* (web page).

En la misma página se afirma: «la capacidad de influenciar a los demás implica ser capaz de convencerles a que ejecuten una acción adecuada; la de negociación implica ser capaz de debatir, y llegar a un acuerdo satisfactorio

¹⁴ Que podría incluir la resolución de conflictos y la mediación.

para las partes [sería nuestro dialogar]; influenciar es la capacidad que incluye a las dos anteriores». Esta afirmación, traducida libremente de la página original, se refiere a la habilidad de persuasión.

La comunicación es una habilidad que los niños y jóvenes pueden aprender mediante juegos. En este sentido se considera relevante la infografía que se incluye como Fig. 7.13; son diez aspectos que los niños y adolescentes deberían empezar a cultivar y desarrollar cuanto antes (Celes Chua, blog, n.d.); que encaja muy bien con el modelo de educación y formación para el siglo XXI que se propone en la investigación teórica de esta tesis.



10 RULES OF A GREAT CONVERSATIONALIST

1. **BE GENUINELY INTERESTED in the person.** Strive to know more about him/her through the conversation.
2. **Focus on THE POSITIVES.** Opt for positive and meaningful topics over negative ones.
3. **CONVERSE, not debate (or argue).** Where there are differences, agree to disagree.
4. **RESPECT; don't impose, criticize, or judge.** Respect others' space and right to their views.
5. **Put the person in his/her BEST LIGHT.** Make the person look good (without being unauthentic).
6. **EMBRACE DIFFERENCES while building on commonalities.**
7. **Be TRUE TO YOURSELF.** Don't mime; be ready to share your own thoughts.
8. **50-50 SHARING.** Don't dominate the discussion. At the same time, don't hold back from sharing either.
9. **Ask PURPOSEFUL QUESTIONS.** *"What drives you in life? What are your current goals? What inspired you to make this change?"* Meaningful questions elicit meaningful answers.
10. **GIVE and TAKE.** Don't be too critical over what others say/do. Always give others the benefit of the doubt.

Fig.7.13.- 10 reglas para ser un gran conversador.

Fuente: Celes, n.f.

VII.3.3.- Resolución colaborativa de problemas: pensamiento computacional

Entre las 4C's anteriores y el pensamiento computacional existe una relación directa, que se ha investigado en la parte empírica de esta tesis. La Prof. Margarida Romero de la *Université Laval* de Québec en Canadá trabaja los temas que nos ocupan:

- Desarrollo de las competencias del siglo XXI.
- Uso creativo de las tecnologías para el aprendizaje a lo largo de la vida.
- Juegos numéricos y aprendizaje.
- Robótica educativa.

Como se muestra en la Fig. 7.14., que es la primera diapositiva de una presentación que 'subió' a la red para compartir en *SlideShare*, (Romero, 2017), y que es una base excelente en la que apoyarse para esta parte empírica y, al mismo tiempo, complemento del pensamiento computacional desarrollado en la investigación teórica realizada (§ VI. 4, 5. y 6.).



Fig. 7.14.- Diseño de actividades creativas de aprendizaje mediante el uso de pensamiento computacional.

Fuente: M. Romero, *SlideShare* (2017).

La Prof. M. Romero ha desarrollado el **modelo # 5C21**¹⁵, que se puede seguir 'en vivo' en su blog (M. Romero, *coCréaTIC*), y que se sintetiza en la Fig. 7.15. A partir de dicha figura se refuerza la justificación anterior: 'existe una relación (bidireccional) entre las 4C's y el PC'. Es decir, que mediante el desarrollo de esta última se desarrollan las asociadas a las 4C's, al mismo tiempo que las 4C's refuerzan parte de las competencias asociadas al propio pensamiento computacional. Las 4C's son esenciales para el PC, cuando éste se toma como una competencia para todos, y no solo para los estudiantes de computación y/o de STEM.

Por lo tanto, como ya se adelantaba en esta misma tesis,

el pensamiento computacional, en nuestro trabajo tiene una doble misión:
a) Desarrollar competencias que le son asociadas, sin ser exclusivas de la computación, y **b)** servir, mediante herramientas y recursos que le son propios, para desarrollar competencias esenciales para el siglo XXI, en las que coinciden la mayoría de marcos competenciales existentes.

¹⁵ El conocimiento y acceso a esta fuente se realizó en febrero 2017, cuando esta tesis estaba ya en proceso final de su redacción.

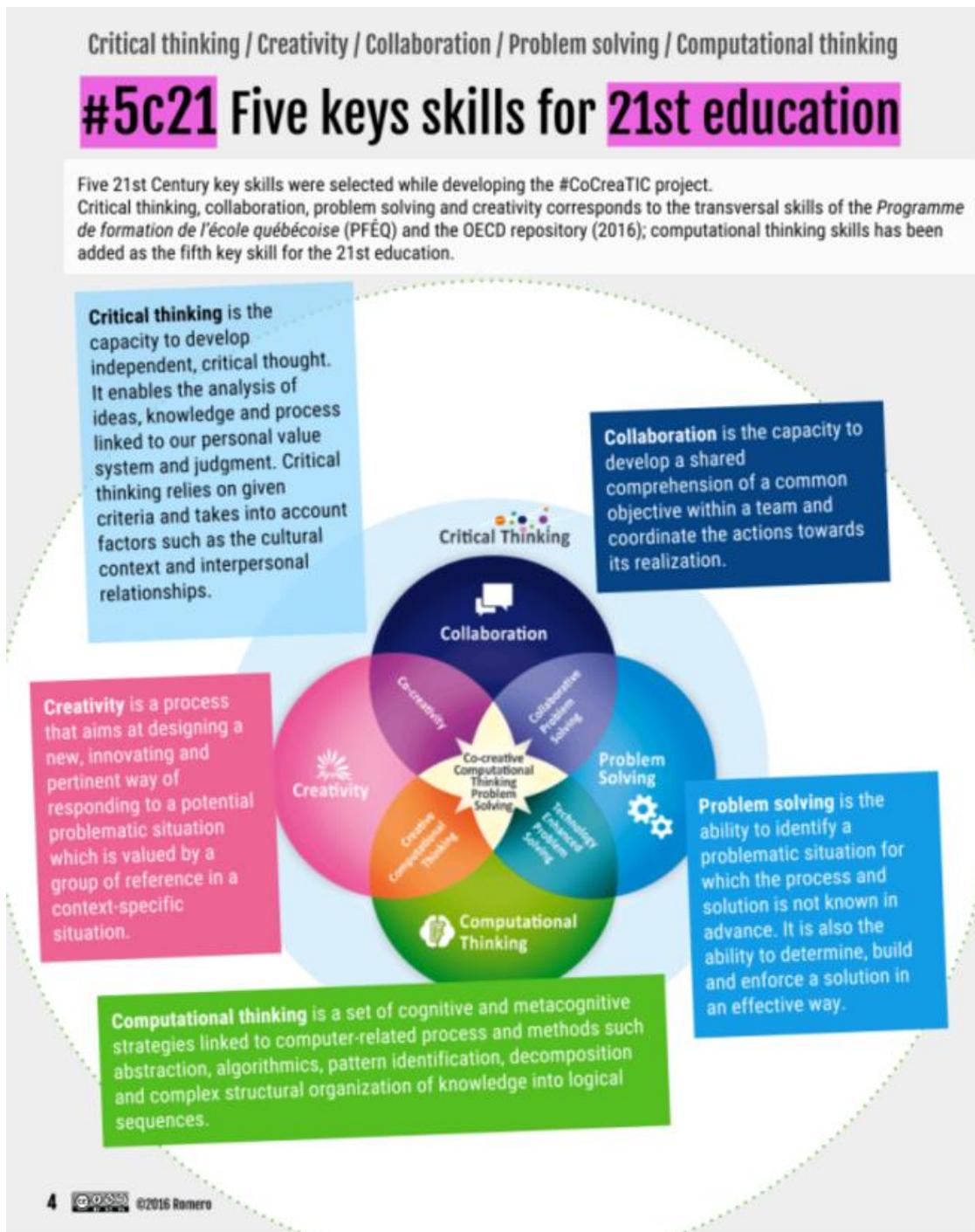


Fig. 7.15.- Modelo #5C21. Cinco habilidades esenciales para la educación del siglo XXI.

Fuente: M. Romero, *coCreaTIC*, 2016.

Según Griffin y Care (2015) la principal diferencia entre la resolución individual y colectiva de problemas es su naturaleza social, la necesidad de comunicación, el intercambio de ideas, la identificación del problema y sus elementos en grupo; además de los acuerdos para establecer distintas conexiones de causa y efecto. La resolución colaborativa de problemas convierte en observables cada uno de estos pasos, ya que deben ser compartidos con un compañero u otros miembros del grupo si se identifica una solución con éxito. Estos pasos observables se pueden describir de la siguiente forma:

- a) El estado del problema debe ser analizado en su conjunto y los colaboradores deben identificar y estar de acuerdo en los elementos del problema que puede controlar cada uno.
- b) Se debe compartir la representación del problema.
- c) Los colaboradores tienen que ponerse de acuerdo en un plan de acción que incluya la gestión de los recursos.
- d) Los planes deben ser ejecutados, lo que puede requerir de un esfuerzo coordinado de forma paralela o secuencial.
- e) Debe monitorizarse el progreso seguido para alcanzar una solución, evaluando las diferentes opciones. Los planes deben reformularse si fuese necesario, y los colaboradores deben decidir sobre cómo proceder frente a reflexiones positivas y/o negativas.

Este enfoque para la resolución de problemas se ha descrito en la literatura desde Polya (1973) cuando lo formalizó como modo de resolución de problemas matemáticos. Desde entonces se ha incluido en los test relacionados con la resolución de problemas de matemáticas y ciencias, que aparecen en los estudios internacionales del informe PISA de la OCDE. El marco *ATC21S* considera que esto podría no ser apropiado para la resolución colaborativa de

problemas en áreas más amplias, ya que dicha resolución puede incorporar problemas sociales e históricos, así como también podrían hacerlo las matemáticas o la ciencias. La tabla 7.2. muestra una síntesis comparativa entre los enfoques anteriormente citados.

Tabla 7.2.- Enfoques de la resolución de problemas.

Fuente: Elaboración propia, a partir de las fuentes originales.

Polya	PISA	ATC21S
Entender el problema	Explorar y entender	Recopilar y compartir información sobre el colaborador y la tarea.
Trazar un plan	Representar y formular	Comprobar los vínculos y las relaciones, organizar y categorizar la información.
Ejecutar el plan	Planear y ejecutar	Regla de uso: preparar procedimientos y estrategias para resolver problemas utilizando "Si, entonces...".
Revisar	Monitorizar y reflexionar	Comprobar hipótesis mediante "Qué pasaría si..." y testear los procesos y las soluciones.

La resolución de problemas en el marco *ATC21S*, ya citado en este capítulo, se analiza mediante una serie de pasos que conducen hacia la comprobación de la hipótesis y además a una comprobación colaborativa de las ideas. No es necesario entrar en ellos.

Habilidades sociales para una adecuada resolución colaborativa de problemas
 Parece obvio afirmar que una resolución colaborativa de problemas adecuada depende de las habilidades sociales de los participantes. Este hecho ayuda cuando se trata de identificar los tipos de habilidades sociales que se necesitan, cuando dos o más personas cooperan para resolver un problema. A efectos de evaluación, estas podrían ser incluidas en una rúbrica de habilidades sociales

tales como la participación, la toma de perspectiva y la regulación social. La *ATC21S* propone la rúbrica que se muestra en la Tabla 7.3.

Tabla 7.3.- Rúbrica del nivel de desarrollo de las habilidades sociales en la resolución colaborativa de problemas.

Fuente: *ATC21S*.

Habilidad social	Nivel bajo	Nivel medio	Nivel alto
Acción	Ninguna o muy poca actividad	Activo en entornos de andamiaje	Activo en entornos sin andamiaje
Interacción	Reconoce la comunicación	Responde ante señales de comunicación	Inicia y promueve la interacción o la actividad
Tareas completadas	Comienza la tarea	Intenta resolver la tarea	Persevera en la tarea como se indica mediante múltiples actividades
Sensibilidad	Ignora las contribuciones del compañero	Responde a las contribuciones de los compañeros	Incorpora las contribuciones de los compañeros para sugerir posibles patrones de resolución
Tener en cuenta a la audiencia	Realiza contribuciones	Modifica las contribuciones en base al <i>feedback</i> de los compañeros	Adapta las contribuciones en base al entendimiento de sus compañeros
Autoevaluación	Considera su propio rendimiento	Comenta su propio rendimiento	Evalúa su propio rendimiento
Memoria transactiva	Considera el rendimiento de sus compañeros	Comenta el rendimiento de los compañeros	Evalúa las fortalezas y debilidades de los compañeros en base a su rendimiento
Negociación	Alcanza un entendimiento común	Comenta las discordancias pero no alcanza una solución	Se resuelven las diferencias
Iniciativa de responsabilidad	Aborda las actividades de una manera independiente al resto	Informa a los demás sobre el progreso de las actividades	Asunción de las responsabilidades de grupo mediante el uso de la primera persona del plural

Habilidades de procesamiento cognitivo para una adecuada resolución colaborativa de problemas

Las habilidades cognitivas que son importantes para una resolución colaborativa de problemas exitosa son similares a aquellas que se necesitan para una resolución de problemas individual. Hacen referencia a los modos en los cuales los "solucionadores de problemas" gestionan una tarea y también a cómo utilizan las habilidades de razonamiento. Para explorar más a fondo la naturaleza de esta amplia área podemos distinguir entre habilidades de planificación, ejecución, monitorización, flexibilidad y aprendizaje. La *ATC21S* propone la siguiente rúbrica, Tabla 7.4.

Tabla 7.4.- Rúbrica del nivel de desarrollo del procesamiento cognitivo en la resolución colaborativa de problemas.

Fuente: *ATC21S*.

Habilidad cognitiva	Nivel bajo	Nivel medio	Nivel alto
Manejo de recursos	Utiliza recursos propios	Asigna recursos propios a un compañero	Decide utilizar recursos conjuntos para completar la tarea
Recopilación de información	Reconoce la necesidad de más información	Busca y examina la información	Organiza la información
Sistematicidad	Ensayo y error (aleatorio)	Secuencia estratégica de acciones	Agota las posibles soluciones sistemáticas
Flexibilidad y ambigüedad	Inacción en situaciones ambiguas	Explora situaciones ambiguas	Utiliza la ambigüedad para informar sobre las decisiones tomadas
Análisis de problemas	Aborda el problema tal cual aparece	Divide el problema en subtareas	Identifica la secuencia de subtareas necesarias
Fijación de metas	Propone objetivos generales, tales como la realización de tareas	Propone objetivos para las subtareas	Propone objetivos y reconoce los vínculos entre subtareas
Relaciones	Se centra en piezas de información aisladas	Enlaza trozos de información	Identifica patrones entre múltiples piezas de información
Causa y efecto	La actividad de aborda con muy poco o ningún conocimiento sobre la consecuencia de una acción	Identifica secuencias de causa y efecto	Planea estrategias basadas en un entendimiento generalizado de causa y efecto
Reflexión y monitorización de hipótesis	Reflexión y monitorización de hipótesis	Modifica hipótesis	Reconstruye y reorganiza el entendimiento del problema

VII.3.4.- El estado de la evaluación de competencias

En el Capítulo V y VI se han tratado, desde una perspectiva general, las competencias básicas para el Siglo XXI y las competencias digitales (con énfasis en el pensamiento computacional), respectivamente. En ellos no se profundiza en un aspecto que resulta relevante, tanto para la investigación teórica como para la investigación empírica de las competencias: ¿Cómo se valoran y evalúan estas? Solo se cita en el apartado (§ VI.5.3.), en relación con el pensamiento computacional.

Se trata de un aspecto que está 'cerrado' para algunas de ellas, y 'abierto' para otras. En (§ VII.3.1.), al tratar de la creatividad, se comentó que la forma 'establecida' por el momento para evaluarla es aplicar unos test que han sido certificados por ciertas organizaciones y aceptados como tales por la comunidad educativa internacional. Este comentario no solo se aplica a la competencia citada, sino al resto de competencias seleccionadas en este marco empírico y algunas otras. Además, está todavía más 'abierto', si se consideran las competencias integradas transversalmente en las diversas asignaturas de un plan de estudios, § VI.6.; sin menoscabo de los esfuerzos que se realizan en la orientación de las rúbricas a aplicar y en la aplicación de las mismas en las aulas.

Se trata de un aspecto esencial que se encuentra en etapa de construcción, diseño y planificación, y que requiere de más investigación, de elaboración de estándares más precisos (sin perder flexibilidad) y de más calidad y experiencia en su ejecución.

Al hablar de la evaluación de las competencias, que han sido seleccionadas para abordar la investigación, es necesario remarcar la importancia del proceso ya que es la manera de contrastar las hipótesis del estudio y, a su vez, descubrir la conexión existente entre el pensamiento computacional y el desarrollo de las propias competencias (4C's) tal y como sugiere el cuadro (§ IX.4).

Al ser un campo emergente, además, no encontramos estudios anteriores que se centren en la evaluación de las competencias en Canarias. En este contexto ni existen referencias científicas ni trabajos previos próximos en los que la investigación pueda apoyarse y con los que establecer comparación.

Este hecho, añade valor a la investigación realizada por la necesidad y oportunidad de que Canarias realice innovaciones significativas en su educación y formación para el siglo XXI, y dé el ‘salto’ cualitativo y cuantitativo que necesita, cumpliendo además con sus objetivos ET2020 y de la Agenda Digital de la U.E., (§ 1.3.2.).

Este vacío en los estudios da interés especial a la investigación realizada, tanto para el trabajo futuro de otros autores como del seguimiento y ampliación de la del propio autor de esta tesis, en contexto de Canarias.

Asimismo, se debe acotar el sector de población concreto que se va a estudiar y especificar sus características. La muestra, aún en un mismo marco geográfico, tendrá unas características muy diferentes a las que tendría si perteneciera a otro sector de población. Así que no hay que olvidar analizar y precisar las características específicas de la muestra. Las etapas seguidas, así como sus objetivos para evaluar las competencias, se muestran en la Tabla 7.5.

Tabla 7.5.- Etapas y objetivos de la evaluación de las competencias.

Fuente: Elaboración propia.

Etapa	Objetivo	Actividades
<i>I. Búsqueda, elaboración y validación de los instrumentos de medición de competencias.</i>	Fijar los criterios necesarios para medir las variables objeto de estudio.	Preparación de tests, encuestas y aplicaciones prototipo.
<i>II. Aplicación de los instrumentos de medición de competencias.</i>	Llevar a cabo el trabajo de campo, realizar las mediciones necesarias.	Aplicar los tests, encuestas y aplicaciones prototipo.
<i>III. Análisis de los datos.</i>	Organizar los resultados de las mediciones para poder realizar las inferencias.	Uso del software estadístico SPSS.
<i>IV. Redacción de conclusiones.</i>	Obtener conclusiones a partir de las inferencias extraídas del paso anterior.	Elaboración de conclusiones partiendo de las verificaciones de las hipótesis planteadas.

Objetivos de la etapa I:

Esta etapa se centra en la búsqueda y selección de los instrumentos, que permitirán medir las competencias escogidas. Encontrar los instrumentos más adecuados para medir las competencias es consecuencia de las etapas de búsqueda de información y análisis del estado del arte ya desarrolladas en pasos anteriores del marco empírico utilizado, (§ VII. 2.).

Cada una de las competencias seleccionadas se ha medido mediante un test, cuestionario o aplicación prototipo específica, cuyo uso ha sido validado por la comunidad educativa internacional, que los utiliza como herramienta estándar de evaluación.

Objetivos de la etapa II:

Las herramientas para medir el nivel de desarrollo de las competencias de comunicación, colaboración, creatividad, pensamiento crítico y resolución colaborativa de problemas deben ser aplicadas en el aula. Se ha procurado, en la medida de lo posible, que las pruebas estén adaptadas a un formato y entorno digitales para agilizar el proceso y contextualizarlo mejor.

Objetivos de la etapa III:

A partir de los datos obtenidos, tras aplicar las herramientas de medición de competencias, se proponen una serie de hipótesis estadísticas que hay que verificar. Para formular dichas hipótesis, se relacionan los objetivos de la investigación con los datos medidos.

La verificación de las hipótesis se lleva a cabo mediante el uso de distintas pruebas estadísticas, de acuerdo con la naturaleza de los datos y de la propia investigación. Estas pruebas estadísticas son realizadas utilizando el software estadístico SPSS.

Objetivos de la etapa IV:

Se redacta el informe final, que incluye las aportaciones y conclusiones más importantes de la investigación empírica realizada, siguiendo el marco que se define en este Capítulo VII. Se trata de una reflexión, análisis, priorización y difusión de los resultados obtenidos.

Para llevar a cabo la evaluación de las competencias seleccionadas se ha utilizado el método del estudio de casos, (§ VII.4.2.), ya que aporta la flexibilidad requerida en el campo de las investigaciones sociales además de una visión global de la problemática, sobre todo cuando se trabaja con temas contemporáneos de los que existen pocos precedentes o incluso ninguno. Para McCutcheon y Meredith (1993) el alcance de la investigación puede ampliarse según sea necesario, cambiar su enfoque o las fuentes de búsqueda a medida que avanza el estudio.

En los apartados siguientes se vuelve a la estructura y desarrollo del marco empírico en el paso siguiente en el que se dejó.

VII.4.- Estructura y desarrollo de la investigación empírica (II)

Este apartado es continuación de los (§ VII.1.y VII.2.), en los que se abordaron los dos primeros pasos del marco empírico. Por ello, se continúa con la secuencia de pasos del marco empírico, tanto para la investigación confirmadora como para la exploratoria.

VII.4.1- El modelo de investigación empírica

Siguiendo con Fernández Alcaraz, (2013):

El modelo de investigación es el resultado de representar gráficamente la literatura existente sobre el fenómeno que se está investigando en torno a la pregunta o preguntas de investigación. Los modelos de

investigación están formados por tres elementos: Variables – Constructos – Relaciones entre constructos y variables.

Las **variables** son las competencias digitales ‘simples’ a desarrollar y medir en los alumnos. Se trata de una combinación de variables medibles (‘magnitudes’), también denominadas ‘indicadores’. En este caso son las 4C’s y el PC, #5c21.

“Los **constructos** son las construcciones y/o elaboraciones teóricas, para comprender un problema determinado”. En este caso los constructos son el pensamiento computacional, en su opción ‘un PC para todos’, y la ‘resolución colaborativa de problemas complejos’. “Los constructos son propiedades que no pueden medirse de forma directa”, sino mediante manifestaciones externas de su existencia, como ocurre -por el momento- con dicho tipo de pensamiento, (§ VI.5.3.). “Es ‘imposible’ medir de forma directa los constructos, por lo que se utiliza la combinación de variables medibles, también denominados indicadores”, como ya se indicó.

La **relación entre constructos y variables** es lo que se quiere determinar. En la Fig. 7.16. se representa un posible modelo de investigación, entre los existentes. Los elementos que aparecen en esta representación (constructos y variables) y sus relaciones deben estar basadas en la revisión de la literatura que se ha realizado.

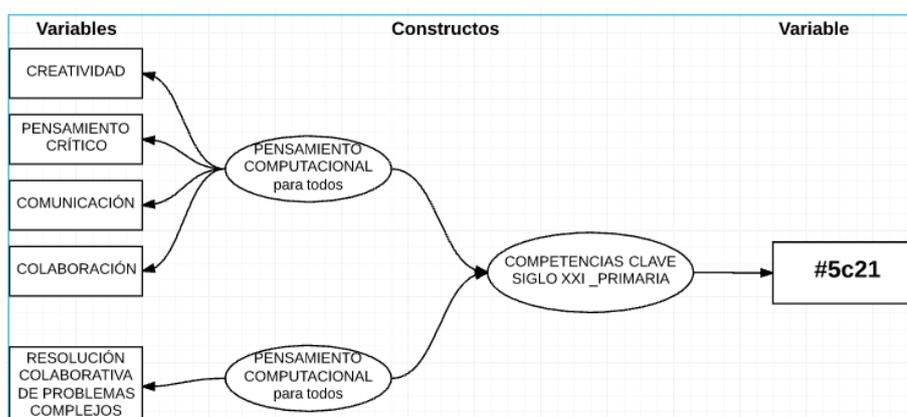


Fig.7.16.- Modelo de investigación empírica elegido en el tipo confirmatoria.

Fuente: Elaboración propia, a partir de una idea de Fernández Alarcón.

En la investigación empírica de esta tesis se han aplicado técnicas estadísticas sencillas para interpretar los resultados procedentes de las contestaciones a los tests y/o cuestionarios por parte del alumnado (los participantes), como se describe en el capítulo IX. Asimismo, se debe acotar el sector de población que se va a estudiar y especificar sus características. Incluso en un mismo marco geográfico, la muestra tendrá unas características muy diferentes a las que tendría si perteneciera a otro sector de la población. No hay que olvidarse de analizar estas características específicas de la muestra. (§ VII.4.3), valida previamente (análisis Delphi) los materiales con los que trabajará el alumnado, que se expondrán en el Capítulo VIII. La validación de los test utilizados por los alumnos, está ya realizada previamente y reconocida (cuando existe) por otros autores u organizaciones reconocidas y aceptadas por la comunidad educativa internacional.

En el caso de la investigación exploratoria, este es el paso tercero. Interesa el planteamiento de Fernández Alarcón ya que él centra el modelo de investigación empírica en la técnica del estudio de casos, que es la situación que corresponde a la investigación de campo de esta tesis.

Una posible estructura sobre la metodología basada en estudio de casos es la formulada a continuación:

- La selección de casos.
- La elaboración de instrumentos y protocolos.
- La recogida de datos.
- El análisis de los datos.

A continuación se describe y comenta cada una de las fases que forman la metodología de investigación de un estudio de casos. De forma complementaria se introduce, en esta sección, el **análisis Delphi** que sigue la misma estructura que la presentada para el análisis de estudio de caso,

pero con algunas particularidades que pueden ser muy interesantes en función del tipo de investigación que se quiera realizar.

Se presenta de forma breve la descripción de cada uno de los elementos que componen la **metodología basada en estudio de casos** para posteriormente continuar hablando sobre el análisis Delphi que se ha seguido en esta tesis.

La selección de casos

“La selección de casos a investigar es una de las acciones más importante para el éxito en una investigación exploratoria”.

Durante la selección de casos, se han de tomar una serie de decisiones:

- El número de casos a tratar.
- ¿Cómo seleccionar los casos a tratar?
- Unidad/es de análisis a estudiar.

En este caso no tuvo sentido aplicar este paso de la metodología, ya que se quería realizar una intervención en el aula, del tipo investigación-acción; aunque sí se establece la unidad de análisis a estudiar. La misma es un caso único: el alumnado de 6º de Primaria de un cierto centro escolar de Canarias, que se describe en el Capítulo IX. A pesar de ello, como se ha indicado en (§ VII.3.6.), es necesario especificar las características de la población o grupo a la que se le ha aplicado la metodología de caso único.

Y ello tanto por cuestión de oportunidad, como para impulsar este tipo de actividades, competencias siglo XXI-pensamiento computacional en las aulas de Canarias, que se proyectasen más allá del caso concreto en que se materializa este.

La elaboración de instrumentos y protocolos

“Las investigaciones exploratorias se caracterizan por recopilar una gran cantidad de información de naturaleza muy distinta (cuantitativa, cualitativa o ambas) y procedente de fuentes de información [*media* de soporte] muy diversas... “

El protocolo de la investigación de casos contiene los procedimientos necesarios para obtener y analizar la información en un estudio de casos de **forma estructurada**. El protocolo es un conjunto de procedimientos, preguntas y criterios, que permite que toda la información recogida a lo largo de la investigación pueda ser comparada y procesada conjuntamente.

El protocolo contiene los siguientes elementos:

- Una visión global de los objetivos de investigación y de la literatura básica.
- Los procedimientos para el estudio de campo.
- Las preguntas básicas del estudio.
- Una guía para elaborar el informe de cada caso.

Este aspecto sí que ha guiado el modelo de investigación empírica, como se concreta en el capítulo siguiente.

La recogida de datos

Las evidencias que un investigador puede recoger de distintas fuentes de información pueden ser sólo cualitativas, sólo cuantitativas, o ambas. Las evidencias cuantitativas pueden indicar relaciones no visibles fácilmente y eliminar algunas ideas preconcebidas del investigador. En cambio, las evidencias cualitativas son útiles para comprender las relaciones mostradas por las evidencias cuantitativas. Según Eisenhardt

(1989), la combinación de datos cualitativos y de datos cuantitativos puede generar grandes sinergias en la investigación.

Efectivamente en este caso se han recogido datos, cuantitativos y cualitativos, tanto de fuentes directas (primarias) como de fuentes indirectas (secundarias). Han sido de la literatura existente, de los expertos, de las directoras de tesis, del mentor, del alumnado en el aula, etc.

El análisis de datos

Las fases de recogida de datos y de análisis de datos suelen realizarse en paralelo. Conforme se consigue información sobre los casos seleccionados [o el caso único en nuestras circunstancias], el investigador puede empezar a estudiar y analizar los datos que posee. La flexibilidad que se consigue por realizar las dos fases de forma simultánea es una de las ventajas de este sistema, ya que el investigador puede modificar el tipo de información que está recopilando en función de los resultados que van apareciendo. Estos cambios pueden ir desde la selección de nuevos casos hasta la inclusión de nuevas preguntas o cuestionarios enteros en el protocolo de investigación, e incluso puede llevar a estudiar nuevos temas que surgen de los primeros resultados de la información recogida. Tal y como se ha expuesto en varias ocasiones, la flexibilidad en la recogida de información y en sus procesos de análisis en investigaciones exploratorias es muy elevado.

Este aspecto, que se ha utilizado, se describe en el capítulo siguiente.

VII.4.2.- El Caso como método de investigación

Se trata el método del caso desde su perspectiva de metodología de investigación, no desde de la de su utilización como herramienta de enseñanza-aprendizaje, como se hace en las ciencias empresariales; promovida,

fundamentalmente, por la Universidad de Harvard y seguida en casi todas las escuelas de negocios del mundo.

El método del caso se utiliza como investigación cualitativa, eminentemente, en Ciencias Sociales. Hasta hace poco tiempo se había centrado en la Psicología, la Etnografía, la Antropología, y el *Management*, para hacerlo también ahora en la Educación (Álvarez Álvarez y San Fabián Maroto, 2012).

Según estos autores:

El estudio de caso destaca entre los diseños de tipo cualitativo, junto con los de investigación-acción y los estudios etnográficos, con los que se confunde con frecuencia (Expósito y otros 2004). En algunas disciplinas de administración es el método cualitativo de investigación más utilizado (Yacuzzi, 2005)...

El estudio de caso -o estudio/s de casos, dependiendo de los autores- es un concepto que abarca numerosas concepciones sobre la investigación. De hecho, es un término que sirve de "paraguas" para toda una amplia familia de métodos de investigación cuya característica básica es la indagación en torno a un ejemplo...

La *U.S. General Accounting Office* (USGAU, 1990) también proporciona una definición del estudio de caso. Según el organismo "un estudio de caso es un método para aprender respecto de una instancia compleja, basada en su entendimiento comprensivo como un 'todo' y su contexto, mediante datos e información obtenidos gracias a una descripción y análisis exhaustivos" (p. 15). Esta definición resulta útil porque captura el énfasis de la profundidad del estudio y se centra en un fenómeno particular sin olvidar que la acción se realiza en un contexto complejo que requiere de su descripción y análisis para alcanzar interpretaciones significativas. McDuffie y Scruggs (2008) describen el estudio de caso como un enfoque que consiste en una **exploración en profundidad de**

un **único caso** o ejemplo del fenómeno bajo estudio. Un caso puede basarse en **cualquier número de unidades de análisis**: un individuo, un grupo de personas, un aula, una escuela o incluso un evento.

Para Stake (1995) no es posible dar una definición precisa de los estudios de caso porque es muy probable que no esté alineada con la definición que se le pueda dar desde otra disciplina, pero coincidiendo con otros autores, sí que menciona cuatro características que definen la investigación cualitativa válida para los estudios que utilizan dicho enfoque: son holísticos, empíricos, interpretativos y enfáticos.

Holísticos porque los investigadores deben tener en cuenta la interrelación entre el fenómeno y su contexto. Empíricos porque los científicos basan los estudios en sus observaciones de campo. Interpretativos porque tienen en cuenta su intuición y visualizan la investigación como una interacción entre el investigador y el sujeto investigado, lo cual es compatible con la epistemología constructivista. Por último, enfáticos, porque reflejan las experiencias de los sujetos a partir de una perspectiva émica (desde el punto de vista del sujeto investigado; es decir, desde una perspectiva “desde adentro”).

Blatter y Haverland (2012) ven el estudio de casos como el diseño de una investigación no experimental, que se diferencia del simple estudio de una cantidad de casos por las siguientes cuatro razones:

1. El número de casos es reducido.
2. Existen un gran número de observaciones empíricas por caso.
3. Enorme diversidad de las observaciones empíricas de cada caso.
4. Reflexión intensa e iterativa de la relación entre observaciones empíricas concretas y conceptos teóricos abstractos.

Para el trabajo de esta tesis es más interesante la visión aportada por Yin (2013), donde el estudio de casos se trata como una investigación empírica que

investiga un fenómeno contemporáneo en profundidad y dentro de su contexto real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no son evidentes. Por otra parte, el estudio de casos afronta situaciones en las que hay muchas más variables de interés que datos observacionales; y por ello, se basa en múltiples fuentes de evidencia, con la obligación de que los datos deben converger de manera triangular, y que además se beneficien del desarrollo previo de proposiciones teóricas para guiar la recogida y análisis de los datos.

Hay que remarcar que este método no es exclusivamente una forma de investigación cualitativa, a pesar de que se encuentra reconocido dentro de la variedad correspondiente a este tipo de investigaciones (Creswell, 2007). Algunas investigaciones de estudio de caso van más allá y utilizan una combinación de evidencias cualitativas y cuantitativas. Además, los estudios de caso no necesitan incluir siempre pruebas de observación directa al igual que lo hacen otros modos de investigación cualitativa.

En ocasiones nos hemos referido al caso estudiado empíricamente como de 'caso-único'. Lo es en el sentido de que trata de un único grupo de alumnos en un contexto concreto (alumnos de 6º de Primaria, en un determinado Centro de Gran Canaria). Ahora bien, en la parte teórica del marco empírico conviene realizar unas pequeñas y relevantes precisiones.

El método del caso (casos) –y el del caso único, específicamente- tiene su propia metodología de investigación, que incluye variantes de la misma (uso de métodos mezclados y/o múltiples), (Woodside, 2010); existen criterios para la selección de casos que forman parte de un estudio concreto; requiere de un cierto seguimiento temporal; presentan fortalezas y debilidades; hay que tener sumo cuidado en su generalización, en la precisión con que se realizan y la complejidad que se asume en su diseño (ver Tabla 2 de la referencia, p.38); su aplicación en educación (en el caso de educación especial, que es el de mayor uso) no tiene la tradición que presenta en otros campos de aplicación más

tradicionales (p.e.: psicología, salud, etnografía, *marketing*, lingüística, etc.); existen diferentes modalidades de estudio de casos, así como dimensiones en su estudio; etc.

El marco del estudio del caso (p.137 de la referencia) hace uso a menudo del tipo de preguntas que se plantean en esta tesis: ¿para qué?, ¿por qué?, ¿cómo?, ¿qué?, ¿dónde?, ¿cuándo?, ¿quién?, (§ II.1).

Todo ello son limitaciones que se harán constar al tratar de las limitaciones de este estudio y los campos que quedan abiertos (Capítulo X).

Por todo ello, en esta tesis se ha seguido un marco empírico propio de las ciencias sociales, que subsume al del método del caso y del caso único; ya que existe duda de si el grupo de estudio lo es, en el sentido estricto que lo considera la propia literatura del campo. En cualquier caso, estaríamos en la parte inicial del mismo, la que denominan *base-line* y la determinación de sus condiciones experimentales concretas.

VII.4.3- El análisis Delphi

El método Delphi es una técnica cualitativa utilizada en las investigaciones exploratorias, con el objetivo de encontrar un consenso sobre un fenómeno dentro de la comunidad científica.

La técnica Delphi utiliza cuestionarios para desarrollar una opinión consensuada de un grupo de personas, que se denominan expertos, y guiados por una persona denominada moderador. A diferencia del estudio de casos, **la información sobre un fenómeno no se recoge a partir de un conjunto de casos reales, sino a través de la opinión de un conjunto de expertos.**

La técnica Delphi consta de tres fases:

- El diseño del cuestionario.
- La selección de los expertos.
- El envío del cuestionario y el proceso iterativo de retroalimentación.

El **diseño del cuestionario** específico es la parte más importante en el desarrollo de una técnica Delphi. El objetivo del cuestionario es recoger el conocimiento que tiene un conjunto de expertos, por lo que el cuestionario debe de ser lo más riguroso y completo posible. Las preguntas que forman el cuestionario pueden ser abiertas y/o cerradas, así como cuantitativas y/o cualitativas. El cuestionario debe contener una introducción sobre el objetivo de la investigación y las pautas a seguir para completarlo. También es recomendable dejar un espacio en cada pregunta para que los expertos puedan razonar o justificar su posición adoptada en el cuestionario.

La recogida y el análisis de datos en la técnica Delphi siguen un **proceso iterativo**. En la primera ronda, los cuestionarios se envían a los expertos junto con una carta de presentación en la que se especifica los datos identificativos de la investigación y el procedimiento a seguir durante toda la investigación.

Después de recibir las respuestas por parte de los expertos, el moderador debe analizar los datos, agrupando los resultados cualitativos y generando información estadística de los resultados cuantitativos. Posteriormente, se envía nuevamente el cuestionario a todos los expertos junto a los resultados obtenidos de la ronda anterior. Este proceso puede repetirse en tantas ocasiones como sea necesario hasta encontrar el nivel de consenso deseado en la investigación.

Otro aspecto importante en la técnica Delphi es que los expertos no pueden comunicarse directamente entre ellos, por lo que el moderador es la única persona con la que los expertos pueden interactuar.

La principal característica de la técnica Delphi es que proporciona información de alta calidad y de gran riqueza debido a su procedencia. Además, permite la comunicación entre distintos expertos situados en lugares lejanos, que de otra manera sería imposible de realizar.

Los expertos, después de las iteraciones necesarias, son los que **validan los resultados** que se obtendrán de los participantes (alumnado) en el aula, al refrendar los instrumentos propios del pensamiento computacional que se han utilizado; así como el haber usado (en aquellos casos que existen) test ya validados, (Capítulo VIII).

En esta tesis el moderador ha sido el propio investigador, orientado y guiado en todo momento por las directoras de la tesis y por el mentor de la investigación teórica.

VII.5.- Estructura y desarrollo de la investigación empírica (III)

En los pasos que configuran el marco empírico restan por tratar la discusión de los resultados (Capítulo IX) y las conclusiones de la investigación (Capítulo X).

VII.5.1.- Los resultados de la investigación empírica

Los resultados de una investigación exploratoria se presentan en forma de proposiciones. Las proposiciones son afirmaciones sobre el fenómeno central de la investigación. Estas proposiciones surgen como resultado de la combinación entre la literatura existente y el análisis de los casos seleccionados.

La construcción de proposiciones tiene dos fases:

- La definición de constructos.
- La definición de relaciones entre los constructos.

El investigador debe analizar los casos seleccionados [el caso único, en esta tesis] para identificar aquellos conceptos claves (constructos), que puedan

explicar el fenómeno de investigación. Además, el investigador debe indagar en la literatura científica y en los casos seleccionados [el caso único], para obtener una visión completa y desde distintas perspectivas de los constructos identificados.

Otra tarea de gran importancia en este momento de la investigación es **la búsqueda de métodos para la evaluación y medición de estos constructos**.

“Tras identificar y definir de forma ‘exhaustiva’ los constructos, en torno al fenómeno estudiado, el investigador debe intentar relatar en forma de proposiciones las relaciones observadas en todos los casos seleccionados y estudiados”. “Las proposiciones deben ir acompañadas de descripciones y explicaciones que las justifiquen”.

Las pruebas de valoración¹⁶ de los resultados

Fernández Alarcón, (2013) en su revisión afirma: “Aunque la investigación exploratoria tenga un componente más subjetivo que la investigación confirmatoria, el investigador debe tener presente que también existen criterios y pautas que definen el nivel de calidad de una investigación exploratoria”.

“Tras definir los resultados de la investigación a través de proposiciones, el siguiente paso consiste en evaluar y validar dichos resultados”.

Miles y Huberman (1994) enumeran un conjunto de cinco elementos para definir los niveles de calidad, confianza y autenticidad de una investigación exploratoria:

- La objetividad o confirmabilidad.
- La confiabilidad.
- La validez interna.

¹⁶ Se ha cambiado la palabra que utiliza el autor de referencia, evaluación, por una que nos parece más apropiada, valoración; es decir, una puesta en valor, un hacer valer (Gabilondo, A., 2012), que está más en consonancia con el objetivo de la tesis en su parte de investigación teórica.

- La validez externa.
- La utilización u orientación a la acción [a la ejecución].

La descripción de estos elementos se puede ver en la fuente primaria referenciada (p. 35-37).

Realmente en el trabajo realizado se ha llegado a incorporar lo básico de toda esta descripción práctica; por eso hay un apartado de limitaciones en el Capítulo X. Hay que tener en cuenta que una cosa es la descripción académica y otra las circunstancias que un profesor encuentra en un contexto de investigación-acción en el aula.

VII.5.2.-La discusión de los resultados

Tras valorar la calidad de la investigación y de las proposiciones expuestas previamente, se propone discutir sobre las aportaciones científicas que ofrece la investigación a la comunidad científica y a los practicantes (maestros y profesores). También se puede exponer otras conclusiones de la investigación realizada y que pueden ayudar a comprender mejor el entorno del problema.

Este aspecto se aborda en el Capítulo IX de la tesis.

VII.5.3.- Las conclusiones de la investigación

La conclusión es la última parte de una investigación científica y debe contener tres puntos, tal y como ocurre en las investigaciones confirmatorias:

- Las aportaciones de la investigación.
- Las limitaciones de la investigación.
- Propuestas para futuras investigaciones o líneas abiertas que quedan.

Consideremos, brevemente, cada uno de dichos puntos:

Las conclusiones de la investigación deben mostrar las principales aportaciones de la investigación a la comunidad científica y practicante, independientemente de la metodología utilizada en la investigación. Este punto

debe realizarse con mucho detalle y tras reflexionar sobre la investigación, ya que es la parte más importante de la investigación. El investigador debe pensar que la evaluación de su trabajo se basará principalmente por las aportaciones que realice en este punto.

Las limitaciones de la investigación se centran principalmente en la selección de casos y en los medios utilizados en la recogida de información. Debido a la naturaleza inductiva de la investigación exploratoria, los resultados obtenidos sólo representan a un conjunto reducido de casos. En este punto es importante destacar el tipo de selección de la muestra y las limitaciones que surgen de esta elección.

Las investigaciones exploratorias ofrecen dos caminos distintos para el desarrollo de nuevas investigaciones. La primera se centra en investigaciones confirmatorias para la comprobación de las proposiciones que han surgido de la investigación exploratoria. En este caso, las proposiciones de la investigación exploratoria se convierten en hipótesis en las investigaciones confirmatorias. El segundo tipo de investigaciones hace referencia a aspectos subyacentes que han surgido de la investigación pero que no se han tratado debido al contexto en donde se ha desarrollado la investigación.

Para concluir, se desea hacer una reflexión y una consideración. La orientación dada a este Capítulo VII y, como consecuencia, a los siguientes no suele ser la habitual. En el sentido que se ha intentado disponer de una 'doctrina' acerca de la investigación en ciencias sociales, y de manera más específica en el tipo de investigación empírica o de campo. El haber podido localizar el artículo del Prof. Fernández Alarcón nos parece esencial, ya que resume o revisa el conocimiento acumulado en sus años de director de tesis y de tribunales de las mismas. Su formación en ingeniería se percibe en la orientación dada al artículo, y se encuentra en sintonía con la nuestra. Por ello, se ha considerado importante

mostrarla, seguirla y aplicarla, hasta donde se ha podido, en esta investigación empírica¹⁷.

VII.6.- Conclusiones

Se trata, como en capítulos anteriores, de una combinación de tres aspectos de lo tratado en el capítulo: síntesis, reflexiones y conclusiones.

1.- Las competencias no cognitivas y el pensamiento computacional es un campo en desarrollo y construcción, en su aplicación en las escuelas, colegios e instituto (educación inicial formal); tanto en sus aspectos teóricos como empíricos.

2.- Se ha recordado y aplicado un marco empírico dentro de una visión holística de la investigación en ciencias sociales y, específicamente, en educación.

3.- La tesis se considera tanto una investigación teórica como empírica. Este capítulo representa la transición 'suave' de un tipo de investigación al otro. La investigación teórica es eminentemente exploratoria; la empírica, tanto exploratoria como confirmativa. La investigación empírica, a su vez, consta de un marco teórico (parte teórica) y de una parte práctica que, en ocasiones –y para simplificar-, se le denomina quizá impropriamente marco empírico.

El marco empírico (punto 2) se desarrolla desde este capítulo VII al IX. Sus dos partes: la teórica y la práctica se desarrollan, en paralelo, en este Capítulo VII para sus primeros pasos: los tres primeros de la exploratoria, y los cuatro de confirmativa; para el resto de pasos se desarrolla solo la parte teórica, la práctica se trata en los capítulos siguientes, como se irá indicando.

4.- En el Capítulo X se presentan las aportaciones, conclusiones, limitaciones más importantes de las investigaciones realizadas, tanto teórica como empírica.

¹⁷ Agradezco a mi mentor el 'regalo' que me hizo, al mandarme dicha referencia.

La parte teórica de la investigación empírica es un ajuste, concreción y focalización de la investigación teórica al problema empírico planteado; lo cual permite visionarlo en un contexto real y mayor.

5.- El reto o propósito de la investigación empírica (que es distinto del de la investigación teórica) es:

“Analizar, comprobar y justificar el efecto producido por el desarrollo del pensamiento computacional, en competencias que se consideran nucleares o esenciales para el siglo XXI -por formar parte de marcos competenciales reconocidos, (§ V.4)- , en alumnos de Primaria”.

6.- Se han seleccionado las competencias **4C's**, consideradas como esenciales para el Siglo XXI, para desarrollar mediante instrumentos (herramientas y recursos) propios del pensamiento computacional; más la de resolución colaborativa de problemas, directamente vinculada a dicho tipo de pensamiento. Ahora bien, el alumnado no solo aprende a “pensar computacionalmente” desde dicha perspectiva, sino que también incorpora competencias específicas del PC: especialmente la de “resolución colaborativa de problemas (complejos, en principio, para la etapa de desarrollo de los participantes). De esa forma se utiliza, realmente, el nuevo modelo **#5c21**.

Parte Práctica

Capítulo VIII

Elaboración y validación de los materiales de aprendizaje, para desarrollar el Pensamiento Computacional

INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

PARTE PRÁCTICA

Acerca de la parte práctica

Este capítulo constituye, junto al IX y X, la parte práctica de investigación-acción en el aula que, aplicando la metodología de estudio del caso único -en el sentido matizado en § VII.4.2- se ha llevado a cabo en esta tesis doctoral. Este conjunto de capítulos, Fig.8.1., es la implementación de los aspectos correspondientes contemplados en la Fig.7.1 y en la Tabla 7.5 del capítulo anterior.

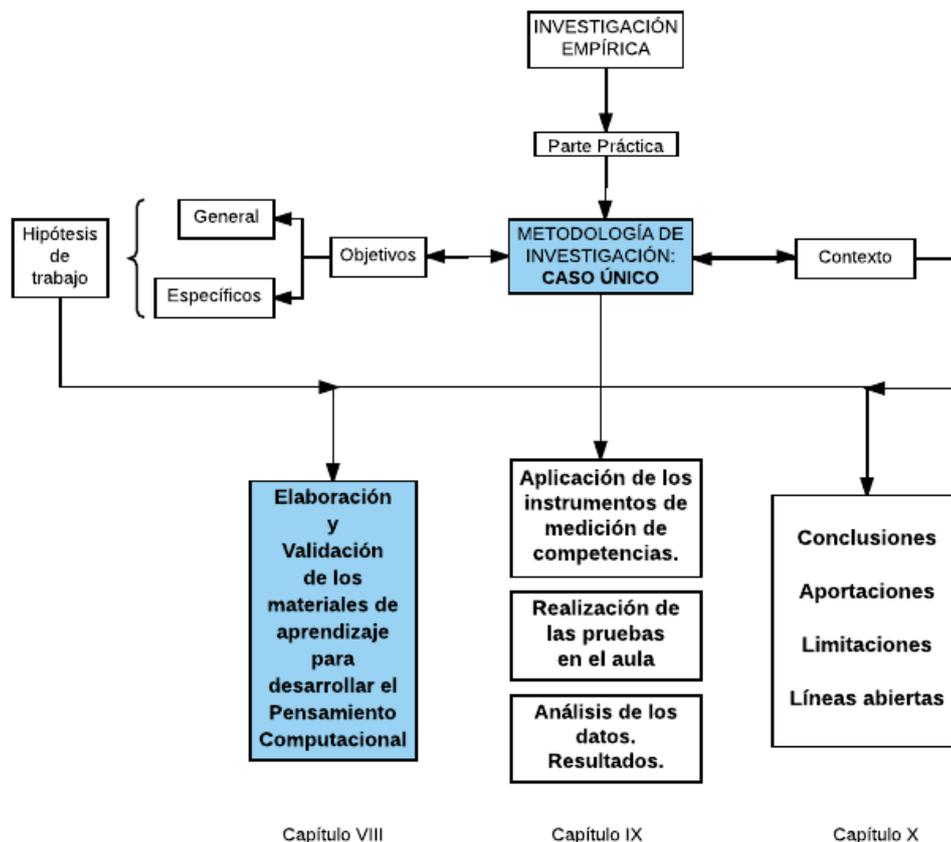


Fig. 8.1.- Mapa conceptual de la parte práctica de la metodología de investigación desarrollada, y de los pasos últimos del marco empírico aplicado.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VIII

ELABORACIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS MATERIALES DE APRENDIZAJE PARA DESARROLLAR EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL A MODO PREVIO

En este capítulo se implementa la metodología descrita en §VII.4.2. Su parte nuclear es la elaboración y, sobre todo, la validación de los materiales de aprendizaje para desarrollar el pensamiento computacional, a partir de su diseño y elaboración por el investigador.

La validación se ha realizado por un grupo de expertos seleccionados, actuando como moderador el autor de esta tesis supervisado por su mentor. Como metodología se ha seguido la descrita por el Análisis Delphi, que es la adecuada para este tipo de estudios (§ VII.4.3.).

VIII.1.- Elaboración de materiales de aprendizaje para el desarrollo del pensamiento computacional

En diversos capítulos anteriores, tanto de la investigación teórica como de la empírica, se ha hecho énfasis en la importancia de una educación y formación basada no solo en capacidades cognitivas, sino en un abanico de capacidades que abarcan todas las dimensiones de la inteligencia humana.

VIII.1.1.- De la teoría a la práctica del pensamiento computacional

Se trata de desarrollar en las personas, ya desde niños, ‘modos de pensar’ no solo repetitivos sino creativos, que las habiliten para afrontar retos complejos,

como corresponde al entorno VUCA (§ I.1) en que se vive y a un futuro 'que ya no es el que era'¹.

Se trata de resolver 'problemas'; es decir, situaciones y circunstancias ante las cuales no sabemos o no tenemos una respuesta cierta a priori. Tomando como centro la palabra 'problema', se aborda una corta revisión y justificación del término. George Polya (1973), ya citado, en su libro *How to solve it* enunció una serie de reglas o pasos que permiten resolver 'cualquier' tipo de problema matemático.

Dichos pasos se sintetizan, de modo muy simple, en la Fig.8.2., y guardan muchas similitudes con el modelo de desarrollo en cascada que sigue la programación informática y la forma de abordar 'problemas' en muchas áreas científicas clásicas.

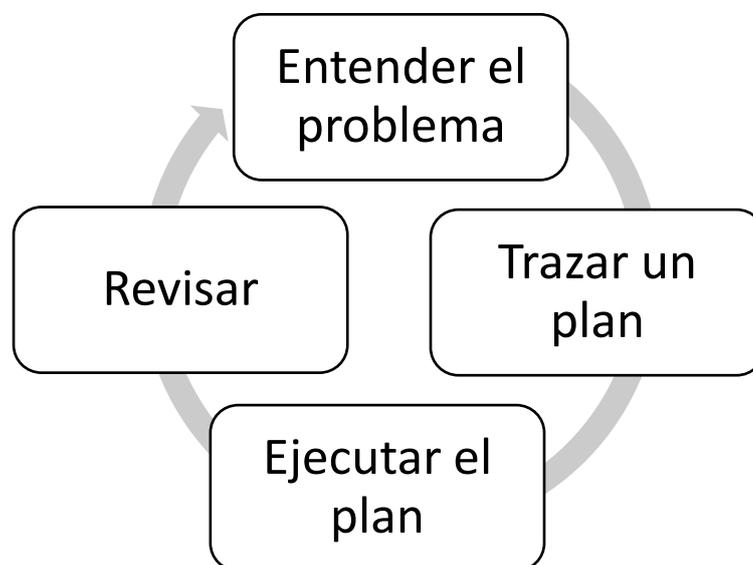


Fig.8.2.- Principios básicos para la resolución de 'problemas'.

Fuente: Polya, 1973.

El modelo de desarrollo en cascada fue propuesto por Herbert D. Benington (1956) y descrito formalmente por Winston W. Royce (1970), Fig. 8.3. Se trata

¹ Es decir, es imprevisible, y diferente al que vivieron generaciones anteriores.

de un conjunto de fases secuenciales que deben ser seguidas en orden y que cada una de ellas debe ser completada antes de dar comienzo a la siguiente.

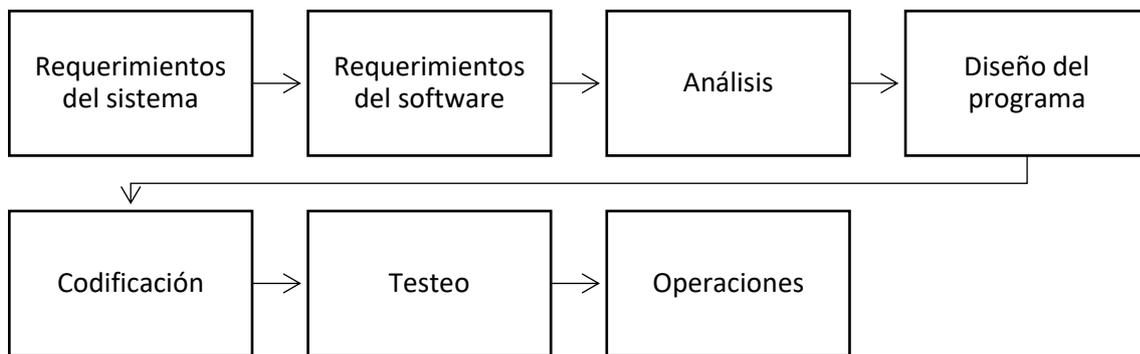


Fig. 8.3.- Modelo de desarrollo en cascada.

Fuente: Winston W. Royce (1970).

Los programadores² han desarrollado una forma de pensar muy metódica y detallada que les permite abstraerse para ver el amplio abanico de situaciones que deben ir resolviendo una a una para, en última instancia, conseguir que el programa informático realice la función deseada.

Se puede establecer un vínculo entre ambos enfoques, relacionando que el desarrollo de las capacidades propias de un programador (entre otros profesionales) está estrechamente conectado con el desarrollo de las habilidades para resolver problemas. Esta reflexión y el impacto de las TIC en la sociedad se ve respaldada hoy en día por la tendencia internacional de integrar, inicialmente en el sentido tratado en (§ VI.3), materias relacionadas con el mundo de la informática y la programación dentro de los currículos educativos.

En la investigación teórica se ha dedicado parte del capítulo VI a un concepto emergente, relacionado con la computación y el uso de las TIC, de una forma

² El español es una lengua menos rica que el inglés, en términos referentes al campo de la informática. En inglés se hubiesen utilizado los términos: *computer science experts*, *computation experts*, etc. En español el término programadores, como palabra única para la designación, es un tanto inexacta, ya que parece indicar personas que ejecutan un proceso más mecánico que creativo.

determinada o con un cierto propósito: el pensamiento computacional, que ha sido tratado de forma extensa en los apartados (§ VI.4, § VI.5 y § VI.6), y que en (§ VII.3.2.5.) se ha ajustado a los objetivos teóricos del marco empírico. Por lo tanto, no se necesita mayor justificación con fuentes adicionales en este capítulo; a lo sumo algunas pequeñas precisiones, relacionadas con los aspectos prácticos para su implementación en este caso de investigación.

Ya se ha precisado el sentido en que se utiliza el concepto de pensamiento computacional en esta tesis. Si hubiese que recordar alguna fuente sería la de J.M. Wing, a la que se la ha dedicado el apartado (§ VI.4.2.); desde el punto de vista práctico la referencia es la que se denominaron ‘definiciones con propósito’ (§ VI.4.3.) de la *ISTE* y la *CSTA*.

Anteriormente se ha insistido en las diferencias existentes entre pensamiento computacional, codificación y programación. De ahí la necesidad de introducir, en la página anterior, el pie de página relacionado con la programación. Lo que sí parece relevante es la siguiente reflexión:

El pensamiento computacional es el paso previo a la codificación (*coding*) y la programación: Es decir, la planificación de la estrategia que posteriormente va a ser ejecutada, mediante el uso de las herramientas tecnológicas habilitadas para tal fin.

La reflexión sobre la codificación y la programación es pertinente, también, recordarla en este momento:

Cuando se habla de programación, usualmente, se hace referencia al hecho de pensar, escribir e introducir instrucciones en un ordenador o computador para que ejecute comandos, algo que solo podían (y pueden para ciertos problemas) desarrollar personas que se hubiesen formado profesionalmente para ello. Con los años, surgieron grupos de individuos que aprendieron a programar sin tener el nivel de experiencia que sí podía tener un programador profesional. Al acto

de programar sin poseer una gran experiencia se le llamó *coding*. Resumiendo, se puede considerar el *coding* como el hecho de programar un novel o principiante; cuando se conocen conceptos básicos que fundamentan toda la teoría, pero sin dominarla con el nivel de pericia alcanzado por un profesional.

En la actualidad, el *coding* ha adquirido un nuevo valor gracias a iniciativas como 'la hora del código' (2013), ya considerada (§ VI.6.2., en su punto 4.), redefiniéndolo como 'el acto de programar desde un punto de vista mucho más divertido y no intimidatorio para los principiantes', y por lo tanto muy adecuado para niños y adolescentes.

Entonces: **¿para desarrollar el pensamiento computacional es necesario aprender a codificar o programar?** La respuesta es no. El pensamiento computacional, como se ha indicado, **trata del modo en que resolvemos problemas y que no tiene que estar relacionado ni específica ni necesariamente con la programación o la codificación**, aunque es cierto que estas capacidades potencian este tipo de pensamiento de forma eficiente y eficaz. En este trabajo -por esta razón y, además, para aprovechar herramientas ya desarrolladas, y otras de diseño propio- se utilizan los términos *coding* o programación indistintamente para referirnos a la propuesta de instrucciones específicas que permitan crear algoritmos como paso previo al desarrollo del pensamiento computacional. Para nuestro propósito la aproximación resulta válida.

Se cree que queda clara la aproximación que se realiza: **se puede desarrollar la capacidad de pensamiento computacional, a partir de un programa o de herramientas pensadas para practicar el *coding* o la codificación**. Este tipo de herramientas está en auge y existen las suficientes 'cajas de herramientas', (§ VI.5.2.), para seleccionarlas, priorizarlas y aplicarlas en una propuesta educativa; y comprobar si efectivamente el desarrollo del pensamiento computacional desde el *coding* está vinculado al desarrollo de competencias básicas para el siglo XXI, específicamente a la **de Resolución de Problemas**,

tanto individuales como colaborativos, complejos en función de la edad y desarrollo de los participantes concretos en que se apliquen (§VII.3.2.5).

VIII.1.2.- Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

Se parte, para desarrollar las herramientas y la planificación del aprendizaje, de una metodología denominada Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Según Boud (1985), la idea principal que subyace en el ABP es que **«el punto de partida para el aprendizaje debe ser un problema, una consulta o un puzle que el individuo o la persona desea resolver»**.

El ABP es un modo de enseñar y aprender, utilizando problemas como estímulo y foco de la actividad de los estudiantes. Es una forma de concebir un currículo centrado en problemas que se presentan en la vida o en la práctica profesional; lo que implica la integración de esta metodología en el plan de estudios. La orientación pedagógica que utiliza ABP comienza con la propuesta de problemas a resolver, más o menos complejos, en vez de hacerlo con una exposición (transmisión) de conocimientos asociados a un determinado tema o lección. Este cambio lleva a los estudiantes a la adquisición de conocimientos y habilidades mediante una secuencia de problemas que son presentados en su contexto, junto con una serie de materiales de aprendizaje y el apoyo de los profesores.

Aunque no existe un conjunto de prácticas universalmente aceptadas que pueda describir el tipo de enseñanza para un ABP, Boud y Feletti (1997) proponen las siguientes características para su integración en el aula o en un plan de estudios:

- Utilizar material de estímulo para ayudar a los estudiantes a debatir y orientar la posible solución/es de un problema, la respuesta/as a una pregunta o de 'enfrentarse' a una situación determinada.

- Presentar el problema como simulación de una situación de la vida real o de una práctica profesional.
- Guiar y orientar adecuadamente el pensamiento crítico de los estudiantes y proporcionarles recursos limitados para ayudarles a definir e intentar resolver el problema dado.
- Plantear, planificar, estimular y ejecutar el trabajo cooperativo de los estudiantes, explorando la información que se encuentra tanto dentro como fuera de clase, con acceso a un tutor que conozca bien el problema y que pueda facilitar el proceso de aprendizaje del grupo.
- Conseguir que los estudiantes identifiquen las necesidades para/de su propio aprendizaje y el uso apropiado de los recursos disponibles.
- Reaplicar estos nuevos conocimientos al problema original y evaluar el proceso de aprendizaje.

VIII.2.- Objetivos del capítulo

Su objetivo principal y directo es:

Validar un conjunto de herramientas para un aprendizaje basado en problemas que puedan ser utilizadas en un determinado nivel educativo formal, integrado o no en el plan de estudios, para desarrollar la competencia de pensamiento computacional a partir de la capacitación mediante la codificación (*coding*) aplicada a problemas reales del mundo físico.

Cuando se habla de mundo físico es para recalcar que el problema planteado debe estar relacionado con el mundo real de los participantes. Todo el trabajo y conocimiento, adquirido en el proceso de enseñanza y aprendizaje, debe estar enfocado hacia su traslado desde el mundo real al mundo virtual y vuelta al mundo real con la solución; y el alumnado debe ser consciente de este proceso.

Esta actuación tiene otro objetivo subyacente muy relevante: contribuir al cambio necesario para la educación y formación del Siglo XXI. El proceso investigador seguido vincula a la tesis el término **investigación-acción**, concretamente con una visión emancipadora, término y concepto que se ha utilizado de forma reiterada en capítulos anteriores de esta tesis, ya que es el objetivo principal de la investigación teórica realizada.

VIII.2.1.- Metodología investigación-acción

El término investigación-acción, Elliott (1993), se define como «el análisis de un problema real, para tratar de mejorar la calidad de la acción sobre el mismo». Lewin (1946, citado por Sanford, 1970), por otra parte, lo considera «un proceso de carácter cíclico que se retroalimenta».

Si lo extrapolamos al contexto de este trabajo, tenemos la oportunidad de contribuir en el inicio de esta nueva área, que es tendencia internacional y que se encuentra poco desarrollada en España, y aún menos en Canarias: la utilización de la programación o del *coding* en la escuela desde edades muy tempranas para desarrollar competencias básicas para el Siglo XXI en niños. El ciclo propuesto para la investigación-acción es un proceso de depuración y redefinición; lo que quiere decir que los resultados se reutilizan para volver a mejorar el proceso, es decir, se retroalimenta en una iteración de dos pasos. A partir de esto, se puede deducir que consigue que la educación mantenga un desarrollo constante a lo largo del tiempo, evitando que se estanque y no se adapte al contexto social, político y económico de su sociedad contemporánea.

En el paradigma basado en la investigación-acción de tipo emancipadora, el objetivo principal es lograr la emancipación de los participantes para transformar la organización (la escuela, el colegio) y el sistema educativo. El profesor (investigador) adopta un nuevo rol como moderador del proceso y su responsabilidad se comparte con el resto de participantes (estudiantes). Todo esto es posible gracias a la colaboración, como medio para articular el proceso.

Cuando se habla de investigación-acción lo que se pretende desarrollar es una estrategia, una acción que produzca un cambio en el entorno en el que se está llevando a cabo. Por lo tanto, la acción es el centro del proceso y la investigación es el puente que permite llegar a ella.

VIII.3.- Elaboración de los materiales de aprendizaje: etapas y sus objetivos

Hay que destacar que el propósito no radica en analizar si los materiales sirven para mejorar las competencias, sino en:

Comprobar si el desempeño del pensamiento computacional, y con estos materiales, está relacionado con el desarrollo de las competencias enunciadas y seleccionadas en el capítulo anterior (4C's y #5c21).

Este reto puede llevar a que dicha competencia, que en principio es solo tecnológica, pudiese tener un mayor 'peso' y presencia en el desarrollo de competencias básicas para el siglo XXI desde edades muy tempranas en el sistema escolar español y, en particular, en el canario.

El proceso de elaboración y propuesta de herramientas ha sido dividido en dos etapas que aparecen reflejadas en la Tabla 8.1.

Tabla 8.1.- Etapas y objetivos en el proceso de elaboración de los materiales de aprendizaje.

Fuente: Elaboración propia.

Etapa	Objetivo	Actividades
<i>I. Búsqueda, elaboración y validación de los materiales de aprendizaje.</i>	Seleccionar los contenidos que se desarrollarán en los materiales de aprendizaje.	Preparación y validación de los materiales de aprendizaje.
<i>II. Aplicación de los materiales de aprendizaje.</i>	Aplicar los materiales de aprendizaje en una situación real.	Utilizar los materiales de aprendizaje a lo largo de un curso académico.

Objetivos de la etapa I:

La primera etapa consiste en la elaboración de los materiales de aprendizaje, que serán utilizados durante el desarrollo del curso académico. Estos materiales se basan en las tendencias educativas relacionadas con las nuevas tecnologías, concretamente el campo de la programación y la interacción con el mundo físico. La selección de los materiales de aprendizaje concretos es consecuencia del análisis del capítulo anterior.

Objetivos de la etapa II:

Cuando ya se dispone de los materiales de aprendizaje, se procede a aplicarlos en el aula. Los materiales se aplican en el último curso de la Educación Primaria, que es un buen momento para evaluar el nivel de las competencias, antes de que los alumnos pasen al nivel siguiente del sistema educativo formal, la Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

VIII.4.- El método de validación Delphi

Para validar la propuesta de materiales de aprendizaje que se han desarrollado (Anexo 6) se ha seguido el análisis Delphi (§ VII.4.3.).

VIII.4.1.- Proceso a desarrollar con los expertos

Precisando aspectos prácticos de lo tratado en el apartado indicado del capítulo anterior: Según Cuhls (2003) este método se basa en encuestas estructurales que hacen uso de la información aportada por un conjunto de participantes que fundamentalmente está compuesto de expertos en la materia. Por lo tanto, los resultados (que pueden ser cualitativos o cuantitativos) estarían regidos por principios exploratorios, predictivos o incluso normativos. Considera, además, que el método Delphi es una encuesta a expertos, desarrollada en dos o más rondas, en las que en cada una de ellas se incorpora a los materiales diseñados las sugerencias y orientaciones aportadas por estos en un proceso iterativo. Los expertos responden en la segunda ronda bajo la

influencia indirecta de las opiniones del resto de participantes. Es decir, el método Delphi es un proceso de comunicación grupal fuertemente estructurado, en el que se presenta el conocimiento como algo natural e incompleto para posteriormente ser juzgado por expertos. En la Fig.8.4. se muestra la estructura organizativa general del método Delphi, que se ha seguido en esta investigación.

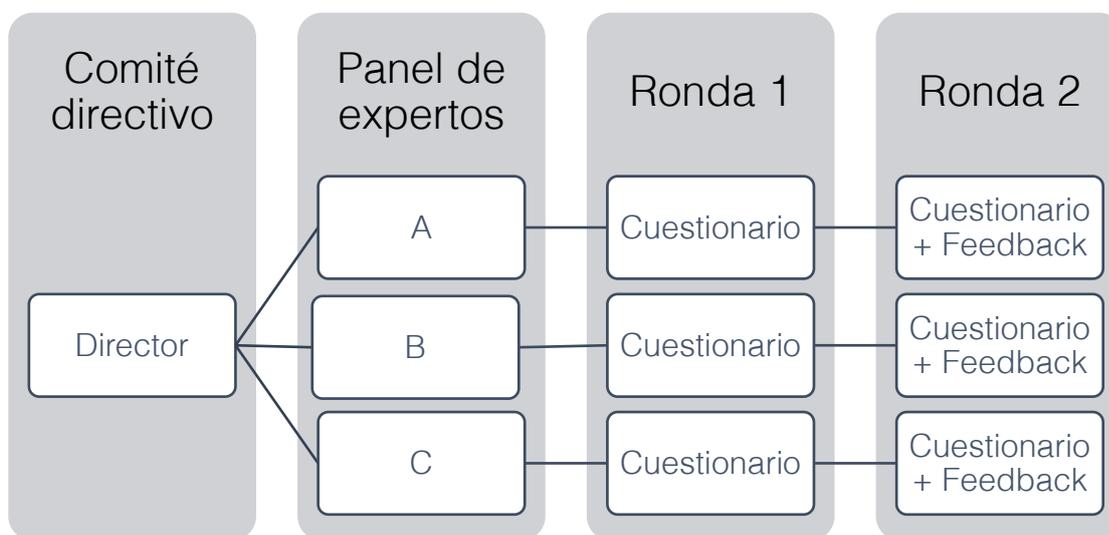


Fig. 8.4.- Estructura organizativa del método Delphi utilizado.

Fuente: Elaboración propia.

El procedimiento Delphi se puede aplicar de dos formas distintas. La más común es la versión que se realiza con 'papel y lápiz' (en un lenguaje actualizado mediante: email, carta, teléfono, web...). En esta primera forma, según Cuhls (2003), un pequeño comité directivo (aunque podría ser un único individuo, el que se ha denominado 'moderador' en el capítulo anterior) diseña un cuestionario, que se remite al grupo de expertos encuestados. Después de que se remita el cuestionario con las respuestas, el grupo de monitorización sintetiza los resultados y, basado en ellos, crea un nuevo cuestionario para la ronda siguiente con el grupo de expertos. El grupo encargado de proveer las respuestas tiene al menos una oportunidad de reevaluar las proporcionadas en la primera ocasión, apoyándose en las aportaciones del resto. En cierto grado,

esta forma del Delphi es una combinación de un procedimiento de sondeo y una 'conferencia', tratando así de reducir esfuerzos y tiempo a la hora de establecer la comunicación entre los encuestados y el grupo de monitorización. Esta forma es la denominada Delphi clásico o convencional.

La segunda forma es la llamada «Conferencia Delphi». En ella, Turoff (1971), se sustituye en gran medida al comité directivo por un ordenador que ha sido programado para compilar los resultados del grupo. Este último enfoque tiene la ventaja que supone eliminar el retraso causado a la hora de sintetizar y resumir cada ronda del Delphi, convirtiendo así el proceso en un sistema de comunicación en tiempo real. Sin embargo, esto requiere que las características del proceso comunicativo estén bien definidas, antes de que el Delphi se lleve a cabo, mientras que en el Delphi basado en 'lápiz y papel' el comité directivo (moderador) puede adaptarlas en base al grupo de expertos.

En esta investigación se ha optado por utilizar el método convencional, ya que es el más sencillo de llevar a la práctica, gracias a las herramientas digitales disponibles en la actualidad. En unos casos se ha contactado con los expertos mediante correo electrónico y en otros de forma presencial. No existirá un comité directivo, sino que será el propio investigador -como se ha indicado- el encargado de coordinar e impulsar todo el proceso y de recoger los datos para su posterior análisis.

Una de las principales características del procedimiento Delphi es el anonimato del sujeto (lo cual se considera una ventaja). Gracias a ello se pueden reducir los efectos producidos por la presencia de aquellos individuos más dominantes o líderes del grupo. Dicha situación es un inconveniente cuando se utilizan procesos que implican colaboración entre un grupo personas, sobre todo cuando el objetivo de esa colaboración es recopilar y sintetizar información (Dalkey, 1972). Además, la condición de confidencialidad en nuestro caso se refuerza por la dispersión geográfica de los expertos y con el uso de

comunicaciones electrónicas para solicitar e intercambiar información. Los inconvenientes asociados a las dinámicas de grupo, como la manipulación o la coerción, a la hora de adoptar un cierto punto de vista consiguen ser minimizados (Helmer&Rescher, 1959).

Conviene insistir en la importancia del anonimato entre los expertos, en dos sentidos. Es decir, que los mismos no tienen por qué conocerse entre sí, y que su valoración se realiza de forma individual, no viéndose afectada directamente por las valoraciones del resto.

El *feedback* bajo control está pensado para reducir el efecto del 'ruido'. Se entiende por ruido el fenómeno que se da cuando la comunicación, producida en un proceso grupal, distorsiona los datos y acuerdos en vez de centrarse en resolver el problema (Dalkey, 1972). Como resultado, la información obtenida puede ser influenciada (y generalmente lo es) y termina por no estar relacionada con el propósito del estudio. Básicamente, el *feedback* controlado consiste en un resumen bien organizado de la iteración previa, que es distribuido intencionadamente a los expertos, permitiendo así que cada uno de ellos genere nuevas ideas y aportaciones; al tiempo que se clarifica y mejora la información desarrollada en pasos anteriores. Mediante sucesivas iteraciones los expertos van orientando cada vez más la resolución del problema, aportando cada vez propuestas de 'mayor calidad' en relación con el propósito del ejercicio.

La posibilidad de utilizar técnicas de análisis estadístico, por último, conforma una práctica que reduce aún más la presión potencial del grupo a la hora de llegar a un acuerdo determinado (Dalkey, 1972). Dicho de otro modo, el análisis estadístico puede garantizar que las opiniones generadas por los participantes (expertos) del estudio Delphi estén bien representadas en la iteración final, ya que en la conclusión del ejercicio todavía podría existir una proliferación significativa de opiniones individuales (Dalkey, 1972). Es decir, desaparecería

la presión de los sujetos a la hora de ajustarse a las respuestas de otro experto. Esta presión puede ser el resultado de la obediencia a normas sociales, costumbres, cultura organizativa, o pertenencia a una profesión. Las herramientas de análisis estadístico permiten un análisis objetivo e imparcial y una síntesis de los datos recogidos.

VIII.4.2.- Evidencias de la validez para su uso

Para evaluar la aplicación y validez del uso de este método se puede hacer analizando el número y calidad de las publicaciones científicas que guardan relación con él. Existen varios estudios de revisión literaria (*review*) en esta área. Es de particular interés el realizado por Gupta y Clarke (1996), quienes llevaron a cabo una búsqueda y clasificación de los artículos publicados entre 1975 y 1994; distinguiendo los artículos metodológicos de los de aplicación, en aquellos en los que el método Delphi aparecía bien como tema principal o bien como secundario. El resultado de la búsqueda fue de 463 artículos; 254 de ellos abordaron el Delphi como tema principal y los 209 restantes como secundario. De esos 254, 75 fueron metodológicos y 179 de aplicación. Analizado por cifras y periodos de 5 años, el número de artículos fue relativamente constante en los últimos cuatro periodos (56, 56, 57 y 53 artículos, respectivamente), indicando que, durante esta época, el interés en la técnica como tema o instrumento de investigación no decayó. La excepción fue la de un periodo previo de cinco años, (1971-1975), en el que el número de artículos con el método Delphi como tema principal fue solamente de 21.

Landeta (2006) continuó esta búsqueda de artículos en el período 1995 hasta 2004. Realizó una revisión de la base de datos de *ScienceDirect* que, según su presentación, contiene más del 25% de la información bibliográfica y textos científicos, tecnológicos y médicos del mundo, además de tres importantes bases de datos especializadas en las áreas que mayor uso hacen de la técnica: *ABI/INFORM* (Economía, Finanzas y Negocios), *Medline/PubMed* (Medicina y

Enfermería) y *Psycho* (Psicología). El resultado refleja un creciente grado del uso de esta técnica, tomando como indicador el número de artículos publicados que incluyen términos como "Método Delphi", "Técnica Delphi" o "Estudio Delphi" en sus títulos o resúmenes. Por lo tanto se trata de un análisis, con sus aspectos favorables y desfavorables, que goza de la confianza de la comunidad científica, sobre todo en las grandes áreas científicas citadas anteriormente.

VIII.4.3.- Selección de expertos y procedimiento

Nuestro concepto de la educación y formación para el siglo XXI (la respuesta del ¿para qué? y el ¿por qué?) y, en general, el marco de la investigación teórica, desarrollado en los primeros seis capítulos, han guiado el diseño inicial del material para el aprendizaje. Mediante el mismo, con los pasos que se abordan en este capítulo y en el siguiente, se trata de responder al ¿qué? y al ¿cómo? conseguir dicho propósito. Con ello se completan los 'círculos virtuosos' de la educación, (§II.1.1.).

Para responder al ¿qué? se han seleccionado unas pocas competencias concretas: las 4C's más la de Resolución de Problemas, dando lugar a lo que se ha denominado modelo #5c21. El ¿cómo?, mediante dos pasos: a) la validación de los expertos, en este capítulo; b) su aprendizaje por el alumnado, en el capítulo siguiente.

Es importante recordar que el modelo pedagógico adecuado para desarrollar el pensamiento computacional es el constructivismo (Piaget), junto al construccionismo (Papert), (§VI.4.1.) y (Tabla 6.1.); así como el modelo de escuela de M. Montessori, Fig.2.6.

De hecho, y aunque no es objetivo de esta investigación, las teorías del aprendizaje esenciales para la era digital se consideran que son los 3 – ismos':

CONSTRUCTIVISMO – CONSTRUCCIONISMO – CONECTIVISMO

(§ X.1.1.2. F).

En este apartado se aborda el paso b del ¿cómo?, comenzando por la selección de expertos.

VIII.4.3.1.- Criterios

El número de ellos tiene que ser limitado, tanto por operatividad como por disponibilidad. Para su selección se ha considerado importante que se trate de un grupo multidisciplinar, bien por su formación inicial, bien por su dedicación e intereses actuales. Como la propuesta es de tipo tecnológico, en sus instrumentos, se ha procurado que por una razón o la otra los expertos tengan conocimientos y experiencia en relación con el hecho digital y con su integración en la educación y formación.

De este modo, encontraremos entre los expertos a personas con distintos perfiles tecnológicos pero todos muy vinculados a la educación como docentes y/o investigadores de distintos niveles del sistema educativo formal, tales como: profesores de tecnología, expertos en el desarrollo de software, profesionales dedicados a la innovación y la inclusión social, formadores de formadores, expertos en el aprendizaje basado en problemas y coordinadores de programas educativos.

Al disponer de perfiles muy variados, la propuesta final se presupone muy rica, abarcando una gran cantidad de factores, que la dotan de gran valor. Por esta razón, se ha buscado que los expertos cumplan obligatoriamente con alguno de los siguientes requisitos: conocimiento de las nuevas tecnologías, conocimiento de la realidad educativa y/o conocimiento de la metodología de aprendizaje basado en problemas.

VIII.4.3.2.- Expertos que han participado

En este aspecto se trata de identificar y presentar el perfil de los expertos seleccionados y que han aceptado o podido participar en el Análisis Delphi.

A continuación, aparecen agrupados por las categorías en las que se consideran más interesantes las aportaciones de los 10 expertos que han participado en el análisis para la validación; y, a continuación, en la Tabla 8.2. una breve descripción del perfil profesional de cada persona experta:

- 2 docentes de tecnología e informática en la ESO.
- 1 docente de ciclo medio y superior.
- 1 formador de formadores a nivel universitario.
- 1 experto en Aprendizaje Basado en Problemas.
- 1 experta en educación inclusiva.
- 1 director de área en empresa de desarrollo software.
- 1 decano de facultad de Informática, Multimedia y Telecomunicaciones.
- 1 especialista en el desarrollo y aplicación de TIC con fines sociales.
- 1 responsable de formación y divulgación de cultura científica.

Tabla 8.2.- Perfiles de los distintos expertos participantes.

Fuentes: Elaboración propia.

Experto	Perfil
Luis Hernández Guerra	Profesor de secundaria vinculado a la aplicación y uso de las TIC, en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Interés en incorporar a la práctica docente el desarrollo de acciones educativas que impliquen el pensamiento computacional, la detección de problemas y las propuestas de solución por parte del alumnado.
Sergio García Tabraue	Profesor titulado de secundaria en tecnología e informática. Realiza su labor profesional con alumnos de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.
Alfredo Ubierna León	Profesor de sistemas electrotécnicos y automáticos, imparte módulos de electricidad y automatismos en el ciclo medio de mantenimiento electromecánico y el superior de mecatrónica.
Alexis López Puig	Profesor de educación secundaria, especialidad de Tecnología. Profesor Asociado Dr. en la ULPGC (docente en Ingeniería y en el Máster de Formación del Profesorado de Secundaria, Bachillerato y FP).
Carlos Morales Socorro	Profesor de Matemáticas, interesado en Aprendizaje Basado en Problemas y en las disciplinas académicas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. Se le considera como muy innovador en el aula.
Inma Carretero Moreno	Ingeniera en Informática. Coordinadora de Proyectos Educativos e Innovación Social. Fundadora de la organización sin ánimo de lucro MeSumaría. Gerente de la Fundación Sergio Alonso, orientada hacia una educación más pertinente e innovadora.
Antonio José Sánchez López	Director de área en empresa de desarrollo software, profesor de posgrado en ULPGC.
Alcibiades Cabral Díaz	Perfil Profesional: CBDO (<i>Chief Business Development Officer</i>). Intereses relativos al crecimiento a través de la innovación, en todas sus vertientes.
Eduardo Quevedo Gutiérrez	Dr. en Ingeniería de Telecomunicación Avanzada, experto en Divulgación y Cultura Científica. Ingeniero de Telecomunicación e Ingeniero en Electrónica. Coordinador de Formación y Divulgación en la Plataforma Oceánica de Canarias (PLOCAN). Jefe del Proyecto ROVINO: Robótica Educativa de Bajo Coste con Tecnología Arduino. Profesor Asociado en el Área de Conocimiento de Matemática Aplicada en la Facultad de Ciencias de la Educación.
Josep Prieto Blázquez	Decano de la Facultad de Informática, Multimedia y Telecomunicaciones de la <i>Universitat Oberta de Catalunya</i> , donde ejerce de profesor desde el año 1997. Participante en un proyecto para acercar la informática y la capacidad computacional a niñas y a niños de educación primaria a partir de <i>Scratch</i> .

Hay que destacar que ninguna de las personas, anteriormente mencionadas, ha participado en la aplicación de los materiales de aprendizaje, con el objetivo de aumentar su credibilidad.

VIII.4.3.3.- Instrumentos para la validación

Este apartado trata sobre las herramientas utilizadas para validar la propuesta, e incluye una breve descripción de los materiales que se han empleado en dicha experiencia educativa, y que los expertos tendrán que analizar y valorar. Es decir, en un principio se hará referencia a los cuestionarios enviados a los expertos para que realicen las valoraciones del proyecto (Anexo 1). Dichas valoraciones se llevan a cabo mediante un cuestionario con 4 preguntas de respuesta cerrada, a las que se les da un mayor valor cualitativo, ya que incorporan un apartado destinado a comentarios; y a 3 cuestiones de respuesta abierta, en las que los expertos deben aportar cuáles, según ellos, son los puntos fuertes y débiles de la propuesta. Además se les solicitará que realicen propuestas de mejora.

Las cuestiones cerradas son evaluadas mediante una escala de tipo Likert, pudiendo seleccionar diez niveles de respuesta donde 10 es la puntuación máxima y 1 la mínima. Las variables que forman parte de las respuestas cerradas hacen referencia a los contenidos a trabajar, la metodología empleada, los medios/recursos utilizados y la evaluación del alumnado. Se vuelve a incidir en que los comentarios y las preguntas abiertas ofrecen una vertiente cualitativa al estudio, permitiendo que las valoraciones se vean enriquecidas. Si la evaluación fuese exclusivamente cuantitativa, es posible que algunos aspectos importantes se pasasen por alto. Por esta razón se ha optado por integrar un apartado de comentarios dentro de cada pregunta para que los expertos dispongan de mayor libertad a la hora de razonar sus evaluaciones.

Para que los expertos puedan hacer las correspondientes valoraciones, se les proporciona la siguiente documentación en formato digital:

1. Un documento PDF, a modo de introducción, con los contenidos que trabajan el análisis de problemas, desde el punto de vista del *coding*, además de una situación de aprendizaje, que se ocupa a un nivel básico

del procedimiento secuencial de órdenes, que habría que darle a un robot para que efectuase una acción determinada. Este documento incorpora en su parte final varias actividades complementarias.

2. Un documento PDF con los contenidos que trabajan el *coding*, mediante el *software* educativo *Snap!* Este documento introduce al alumnado en los conceptos básicos de la programación, mediante bloques de movimiento, apariencia, sonido, dibujo, datos, eventos, control, sensores y operadores. Finalmente, se proponen algunas actividades con el objetivo de que el alumnado se familiarice con el uso de la herramienta.
3. Un documento PDF con el material necesario para iniciarse en el mundo de la electrónica básica. Se explica el concepto de átomo y sus diferentes componentes, la corriente eléctrica, los circuitos en serie y paralelo, además de la simbología de algunos de los elementos que intervienen en un circuito (generadores, conductores, receptores, elementos de control y elementos de protección). Por último, se muestra el funcionamiento de la placa programable *ArduinoUNO*, que puede ser codificada mediante la herramienta *Snap4Arduino* (extensión del *software Snap!*).
4. Un documento PDF con la exposición del proyecto en el que deben trabajar los alumnos. Este proyecto está contextualizado en el mundo real: los estudiantes deben automatizar el funcionamiento de la barrera de un aparcamiento y un semáforo. Además, se adjunta una propuesta con una posible división de todos los problemas que se deben resolver. La propuesta es orientativa para el docente, aunque podría facilitarse a aquellos alumnos con necesidades especiales.
5. Una hoja de referencia en PDF para que el alumnado acceda rápidamente al conjunto de bloques, que tendrá que utilizar en la resolución del proyecto y las actividades previas. Esta hoja de referencia

muestra, mediante imágenes y breves descripciones, las diferentes partes del *software*, los conceptos básicos del *coding*, las familias de bloques que se encuentran en *Snap!*, y las instrucciones concretas que son necesarias para integrar la aplicación con la placa programable *Arduino UNO (Snap4Arduino)*.

6. Una plantilla en formato digital (.odt, .docx), que los estudiantes tienen que rellenar en dos momentos distintos del desarrollo del proyecto. En un primer momento, tendrán que completar la división y descripción de los distintos problemas antes de abordar la parte práctica. Cuando finalicen la parte práctica, tendrán que explicar las estrategias que han seguido para resolver todos esos problemas que habían planteado al comienzo.
7. Un documento PDF con el diseño del programa. Dicho documento contiene: una introducción, la contextualización, la importancia del *coding* y la interacción con el mundo físico, la estructura de los contenidos, la metodología utilizada, la temporalización de las sesiones de clase, las herramientas tecnológicas necesarias, un breve resumen del proyecto y la rúbrica de evaluación.

Todo el material anteriormente descrito se ha generado tras un laborioso proceso de ‘curación de contenidos’³ (localización, filtrado y modificación) en la web. Como ya se ha explicado, en el apartado correspondiente a la metodología Delphi, estamos ante un proceso basado en dos rondas. En la segunda ronda, además de todo lo anterior, se añadirá un resumen con todas las aportaciones y comentarios que los expertos hayan realizado, de forma que los participantes en el proceso de validación obtengan una visión mucho más global del proyecto. En esta segunda ronda, los materiales descritos en párrafos anteriores podrán sufrir modificaciones (y de hecho así ha ocurrido) para lograr

³Término ya utilizado anteriormente en esta tesis.

el mayor consenso posible (con el propósito de aumentar su calidad) entre los expertos entre las distintas partes del material de aprendizaje, incluyendo preguntas cada vez más específicas y concretas a partir de las aportaciones de la primera ronda.

VIII.4.3.4.- Procedimiento seguido

Aunque en una aplicación real del método Delphi los procedimientos pueden variar, la propuesta seguida podría considerarse como el caso típico. El pronóstico se inicia mediante un cuestionario que solicita, de manera más o menos abierta, algún tipo de información sobre un tema. Los resultados de la primera ronda son resumidos para luego calcular la media y la desviación típica. Posteriormente esta información procesada se devuelve a los participantes (segunda ronda) para que vuelvan a revisar sus primeras estimaciones; de ese modo se les da otra oportunidad para que reconsideren y/o revisen su dictamen anterior. El proceso continúa de forma iterativa hasta que se alcanza un consenso. Los cuestionarios preliminares se usan a menudo para seleccionar y desarrollar las cuestiones, a partir de las que se obtendrán todas las estimaciones. En la Fig.8.5. se muestra un diagrama de flujo, con el procedimiento típico del análisis Delphi.

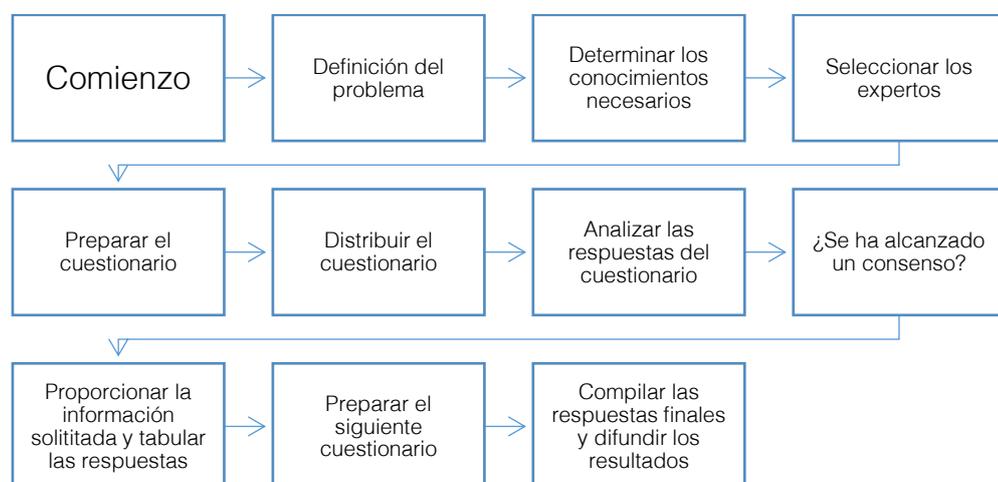


Fig.8.5.- Flujo estándar del desarrollo del método Delphi.

Fuente: Elaboración propia.

Como nota aclaratoria, para contextualizar el método Delphi en la presente investigación práctica, hay que destacar que se han realizado únicamente dos rondas para alcanzar el consenso de los expertos. Por otro lado, es importante recalcar que los materiales han sido distribuidos mediante correos electrónicos.

A pesar de que los materiales han sido distribuidos siguiendo este método, hay ciertos casos que requirieron quedar de manera presencial con los expertos para aclarar algunos aspectos de la propuesta y poder así responder al cuestionario. El número de expertos que contestó al cuestionario de forma presencial fue de 4; el resto lo hizo de forma telemática. Gracias a la modalidad telemática, también ha sido posible incluir a algunos expertos que estaban fuera de la región y que así pudiesen realizar contribuciones de mejora de la propuesta y ofrecer su punto de vista.

VIII.5.- Resultados

Para lograr el consenso y considerar que los resultados del método Delphi son buenos (es decir, que se ha alcanzado el éxito), se ha propuesto que la puntuación media de cada categoría debe superar los 8 puntos. Además, se ha tenido en cuenta la desviación típica, para analizar las diferencias más significativas entre las valoraciones de unos expertos y otros; teniendo además la oportunidad de saber cuáles son las razones de las mismas, gracias al apartado de comentarios que rellena cada experto afectado.

VIII.5.1.- Primera ronda

Para la primera ronda de consulta, las preguntas de carácter cerrado han arrojado los siguientes valores cuantitativos, Tabla 8.3.:

Tabla 8.3.- Medidas de tendencia central, para la primera ronda del método Delphi.

Fuente: Elaboración propia.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Nota_Contenidos	10	7	10	8,80	,919
Nota_Metodología	10	6	10	9,10	1,449
Nota_Recursos	10	8	10	9,40	,843
Nota_Evaluación	9	5	10	8,22	1,716
N válido (por lista)	9				

Atendiendo exclusivamente a las medias que aparecen reflejadas en la tabla anterior, se observa que todas las notas han superado el mínimo de 8 puntos desde el primer momento. Si nos centramos en las calificaciones más bajas, existen dos casos concretos que no alcanzan los 9 puntos. Estos dos casos son los que hacen referencia a los contenidos y a la evaluación. Habrá que analizar cuáles son los comentarios de los expertos y en especial aquellos que han dado una menor puntuación a estas dos categorías, con el objetivo de mejorar la propuesta. Por otro lado, si se parte de la desviación estándar, hay que señalar como irregulares las categorías correspondientes con la evaluación y la metodología. A continuación, se trata de explicar los datos estadísticos desde un enfoque mucho más cualitativo y tomando como base cada categoría concreta.

VIII.5.1.1.- Contenidos

Por regla general, la mayoría de los comentarios en este aspecto han sido satisfactorios, aunque también se han realizado algunas propuestas de mejora. Uno de los expertos ha valorado los contenidos con la máxima puntuación posible:

“Desde mi experiencia en el tema, que llevo más de 20 años en el sector de la educación de programación y *coding*, me parece excelente su aportación. Son muy buenos los contenidos”.

Los puntos negativos quedan claros al leer las aportaciones de otros expertos. Estas sugerencias de mejora están relacionadas con el currículo, la atención a la diversidad y la generación de nuevos recursos:

“Los contenidos me parecen muy adecuados, si bien creo que se deberían considerar casos para los escolares que les costara más comprender el programa, así como otros para motivar a los que les cueste menos”⁴.

“Trataría de relacionar los contenidos que propones al currículo oficial de 6º de educación primaria para Canarias, en el caso de contextualizarlo en nuestra Comunidad Autónoma (Decreto 89/2014), o bien si es algo con enfoque más nacional al Real Decreto 126/2014. Es decir, es interesante proponer trabajar estos contenidos u otros, pero debemos asegurar que están de alguna forma conectados o relacionados con los del currículo. Y esa relación la incorporaría a tu propuesta”.

“Sería conveniente valorar la posibilidad de incluir ayuda y documentación en formato video corto, no solo en PDF, ya que el alumnado valora muy positivamente ese tipo de recurso”.

Para mejorar y reforzar el apartado de contenidos, se generarán nuevos recursos audiovisuales (vídeos) a modo de píldoras informativas, que estarán incorporados a las diapositivas. De este modo, el programa será más eficaz para alumnado que tenga dificultades para entender y poner en práctica los conceptos estudiados.

⁴ Se interpreta que los alumnos que lo entienden rápido se terminan aburriendo antes.

Por otra parte, los estudiantes que tengan algún tipo de dificultad con los contenidos, tal como se encuentran presentes en la versión inicial, son uno de los puntos débiles que urge tratar, ya que se trata de un aspecto que no aparece reflejado en ninguna parte de la propuesta inicial. Por lo tanto, se incorporará una adaptación del programa para que todos los alumnos tengan cabida dentro de él y puedan alcanzarlos objetivos marcados mediante unos recursos más acordes con sus necesidades.

Por otro lado, hay que destacar que el programa propuesto no está pensado para ninguna asignatura que exista actualmente dentro de los planes de estudio de la Educación Primaria⁵. En cambio, se vinculará el proyecto con criterios pertenecientes a otras asignaturas, para que puedan ser trabajados desde los materiales de aprendizaje desarrollados y validados. La idea es generar una tabla de criterios extraídos del currículo de otras materias donde estos estarán justificados, con el trabajo realizado mediante la propuesta de *coding* e interacción con el mundo físico.

VIII.5.1.2.- Metodología

La metodología que utiliza el Aprendizaje Basado en Problemas para abordar el *coding* y la interacción con el mundo físico ha sido valorada con una puntuación bastante alta. Algunos de los comentarios que corroboran esta afirmación son los siguientes:

“Es adecuada por considerar los procesos como eje principal del aprendizaje. Podrían añadirse algunas tareas colaborativas en pequeño grupo”.

“La aplicación de la metodología ABS, fomenta la implicación de los alumnos, así como el desarrollo de habilidades y competencias, entre ellas su responsabilidad y compromiso. En relación con los contenidos y

⁵ Esta es una de las líneas de investigación-acción que están abiertas en la UE, tal como se trató en (§ VI.6.4.).

los destinatarios de la formación, no vería viable la aplicación de una metodología “tradicional” de explicación, estudio y examen”.

“Sin duda es una metodología apropiada tanto al nivel educativo, como al objetivo de la propuesta”.

Debido a la desviación típica observada en este aspecto, parece necesario un análisis del porqué algunos expertos no hayan estado del todo de acuerdo con el resto, a la hora de evaluar la metodología seguida:

“Es una metodología adecuada, si bien considero que en este caso se podría explorar quizás, de forma más directa una metodología de aprendizaje basado en proyectos. En este caso, en vez de plantear un problema, los alumnos deben desarrollar en grupo un proyecto siguiendo un conjunto de pasos, y una secuencia lógica de acción facilitada por el propio docente responsable”.

“Estudiaría la posibilidad de buscar una metodología mixta. Es decir buscar una simbiosis entre esta metodología y la de proyecto”.

“La metodología es muy acertada, pero en ella debería ser el alumnado quien identificase los problemas a resolver dentro del proyecto (mejor los subproblemas dentro del problema, ya que un proyecto es realmente algo distinto); en realidad, tal y como está planteado, se trata de una secuencia de actividades dentro de una tarea guiada por el docente, lo cual no está mal. Es solo que la metodología usada realmente es otra, distinta a la mencionada. Esto se podría solventar si los subproblemas proporcionados fueran realmente identificados por el alumnado, y se mostraran en la documentación solo para orientar al docente”.

En este apartado se contemplan opiniones dispares sobre qué metodología es la más acertada (aprendizaje basado en proyectos o aprendizaje basado en problemas). Uno de los expertos parece dar con una posible respuesta y es

que quizás lo mejor sea **generar un enfoque mixto donde se aplique el aprendizaje basado en problemas y se pueda evaluar también el producto final (proyecto)**.

Por otra parte, hay que destacar que la división de problemas propuesta para el trabajo final es orientativa; son los alumnos quienes deben subdividir la problemática tratada en una serie de tareas pequeñas, que abordarán posteriormente. Para una segunda ronda de consultas, se especificará con más detalle cómo deben utilizarse los recursos ofrecidos.

VIII.5.1.3.- Medios y recursos

Con los medios y recursos utilizados parece haberse alcanzado un consenso y aceptación desde el primer momento. Todos los expertos opinan que las herramientas de apoyo utilizadas son bastante adecuadas para enfrentarse a la situación de aprendizaje que se plantea:

“Muy adecuadas y en la línea de lo que están proponiendo muchos autores. La dificultad se encuentra en motivar a los docentes para utilizarlas”.

“Las presentaciones y secuenciación son muy adecuadas, para los niveles que se pretenden”.

“Los materiales teóricos se adecuan perfectamente a los destinatarios de la formación, mediante una exposición de contexto amena que facilita la comprensión y disminuye la curva de aprendizaje”.

Como posibles mejoras a realizar, algunos expertos (a pesar de estar de acuerdo con la idoneidad de los recursos y materiales) han comentado que la propuesta puede verse enriquecida si se añaden otras herramientas complementarias que fomenten el aprendizaje:

“Añadiría más recursos no tradicionales, tales como robots aunque suban los costes. Además hay que tener en cuenta el espacio físico y la distribución del material”.

“Quizás añadiría un presupuesto estimado en relación a las herramientas (ya que al requerir ordenador, *software*, *kit* de electrónica, etc. por estudiante) se puede pensar que esto es muy costoso. Asimismo, en cuanto al ordenador por estudiante, trataría de ver opciones que sean muy sencillas y baratas que, al mismo tiempo, cubran con los requisitos para llevar a cabo la propuesta”.

“Son adecuados, pero considero que no es lo más relevante. Quizás incorporaría el uso del dispositivo móvil como herramienta y ver sus resultados”.

Para tratar de mejorar todavía más en este punto, se complementó la propuesta con el presupuesto de las herramientas que se necesitan para poder llevar a cabo la parte experimental (componentes electrónicos). Además, se planteará la posibilidad de introducir un *kit* básico de informática (un ordenador), en el caso de que no se disponga ya de las infraestructuras tecnológicas necesarias. Respecto a la posibilidad de perfeccionar el programa añadiendo robots o alguna herramienta más atractiva, se recomendarán algunos modelos que permitan desarrollar los conceptos de *coding* y pensamiento computacional fuera del mundo virtual (o de lo que se ha llamado en ocasiones en esta tesis, computación).

La distribución del aula es otra mejora de gran valor y muy interesante. Por ello, se procurará generar una distribución de mesas modular y flexible, que fomente el trabajo y aprendizaje colaborativos, a partir de las enseñanzas del método Montessori (Fig. 2.8) y al aspecto que atañe a la arquitectura de aulas.

La implementación del *mobile learning* supone un nuevo enfoque en relación al desarrollo de los contenidos. Al encontrarse estos en formato digital, ya se pueden visualizar desde cualquier dispositivo móvil. Para enriquecer la propuesta que aborda el *mobile learning* se generará una lista de aplicaciones, que permitan alcanzar los objetivos utilizando una tableta o un teléfono 'inteligente'.

VIII.5.1.4.- Evaluación

Sin duda, entre los cuatro ítems evaluados por los expertos este es el más flojo de todos. Todos están de acuerdo en que una rúbrica es la herramienta adecuada, pero que el planteamiento o graduación de la misma es mejorable:

“Por la experiencia en este tipo de formación en Primaria, sin duda es el más adecuado”.

“La rúbrica me parece bastante correcta, solamente añadiría una fase de debate, en la que los alumnos puedan comentar los trabajos del resto de los compañeros, valorándose entre ellos. Este aspecto también debería formar parte de la evaluación”.

“Me parece adecuado aunque evitaría la palabra ‘No’”; [El experto hace referencia a un “No” como una forma de incapacidad frente a un logro que podría afectar a su autoestima].

Las diferencias en el planteamiento y la gradación de la rúbrica han quedado reflejadas a través de los siguientes comentarios:

“Podrían incluirse valoraciones cualitativas asociadas a los cuatro niveles. Añadir igualmente, a la gradación de la rúbrica, el grado de autonomía del alumno con o sin intervención del profesor”.

“No tengo muy claro como evaluar la creatividad, quizás sea demasiado subjetivo el concepto”.

“Fusionaría el apartado de estrategia con el de organización, bajaría el peso de la implementación, ya que se utiliza el aprendizaje basado en problemas. La creatividad podría estar relacionada con la posible solución que se le haya dado al problema”.

“Bajaría la implementación al 20% y subiría la presentación, especificando un poco mejor qué es lo que se evalúa en esta última (si existe una parte escrita la valoraría con un 15% y la parte oral con un 20%)”.

“Por un lado, debes tratar de relacionar los aspectos que evalúas con el currículo. Ya que, todo lo que hacemos en el aula y todo lo que evaluamos debe tener relación directa con el currículo. Por otro lado, indicas en la tabla de herramientas que se produce agrupamiento (10-11 personas), pero luego pones que se trabaja a nivel individual y la rúbrica efectivamente es una valoración individual. Creo que quizás podrías darle una vuelta a este agrupamiento. Es más sencillo el trabajo y la evaluación individual, pero con esta metodología y desde un punto de vista competencial, quizás se podría incluir otro tipo de agrupamientos (que, además, propicien el trabajo colaborativo y cooperativo). Incluso podrías plantear para algunas fases un tipo de agrupamiento y, para otras, otro distinto”.

Estos comentarios dejan entrever que la rúbrica debe ser reformulada y más específicamente para reducir (en parte) posibles valoraciones subjetivas. Se va a suprimir la palabra “No” de la rúbrica, ya que el objetivo es que todos los alumnos consigan avanzar, aunque algunos de ellos precisen de una mayor ayuda por parte del profesor. Con el objetivo de incorporar evaluaciones cualitativas, se añadirá un campo de observaciones a cada aspecto de la rúbrica, de modo que el profesor pueda realizar apreciaciones concretas sobre el alumnado.

Para evaluar la creatividad de forma más efectiva se relacionará dicho aspecto con la solución alcanzada por los estudiantes (si la solución es más creativa o menos creativa). El peso de la implementación será reducido (es lo más adecuado en un aprendizaje basado en problemas) para poder elevar posteriormente el valor de la presentación, donde habrá que especificar una parte oral y una parte escrita. Respecto a los agrupamientos para realizar la evaluación, hay que aclarar que cada alumno genera su propio camino para resolver su tarea de forma individual, pero a la hora de buscar el conocimiento que les lleve a una determinada solución, son libres de consultar con las fuentes de datos que tengan a su alcance (normalmente el resto de alumnos). Es conveniente especificar este hecho en la propuesta que se envíe para una segunda ronda de validación.

VIII.5.1.5.- Puntos fuertes

Aunque ya se han comentado algunas cosas en los apartados anteriores (contenidos, metodología, recursos y evaluación), a continuación se sintetizan cuáles son, según los expertos, los puntos fuertes de la propuesta:

- El planteamiento del problema y la etapa educativa donde se desea llevar a cabo.
- La metódica organización del programa.
- El uso de operadores tecnológicos de vanguardia.
- La secuenciación de las tareas y la adecuación de los contenidos.
- La accesibilidad y amigabilidad del programa de cara al alumnado.
- El enfoque es muy práctico e involucra al alumnado.
- La alta calidad de los materiales propuestos.

- La posibilidad de que el alumno vea de forma progresiva su mejora y evolución.
- La incorporación de la programación, como parte de la estrategia para el desarrollo de las competencias.
- La gran variedad de temas que abarca y la sencillez con la que los aborda.
- La construcción del conocimiento paso a paso, de lo concreto a lo abstracto.

VIII.5.1.6.- Puntos débiles

Por otro lado, se sintetizan también los puntos débiles según la valoración de los expertos:

- La rúbrica es mejorable.
- Llevar la propuesta a la práctica se antoja complicado.
- No se ha tenido en cuenta el espacio físico, ni se ha hablado sobre la pedagogía en la que se fundamenta la propuesta.
- La temporalización es demasiado ambiciosa, es poco probable que se puedan alcanzar todos los objetivos en el tiempo especificado.
- Se echan en falta más elementos, que fomenten la creatividad buscando otras posibles problemáticas.
- Algunos conceptos sobre electricidad y fenómenos físicos pueden ser de difícil comprensión para el alumnado de ese nivel.
- En el documento que aborda el proyecto no queda claro si es una guía para el docente o para los estudiantes.
- Falta la relación de la propuesta con el desarrollo del currículo.

VIII. 5.1.7.- Propuestas de mejora

Las propuestas de mejora que se detallan a continuación son las sugeridas por los expertos participantes, muchas de ellas coinciden con las mejoras propuestas por el investigador, así que solo se citarán las que difieran en mayor medida:

“Quizás sería adecuado plantear el desarrollo del programa a un nivel mayor, en el que se implique el centro educativo a diferentes niveles, integrándose éste en varias asignaturas, para generar un proyecto común. Dicho proyecto se puede plantear desde varios departamentos pedagógicos y trabajar de forma interdisciplinar”.

“Atender a los diferentes ritmos de trabajo y diversidad de alumnado con actividades, tanto de refuerzo como de ampliación. Otra propuesta: Desarrollar el programa con un grupo de alumnos de secundaria en un periodo de, por ejemplo, 3 años (primer ciclo), desarrollando y ampliando contenidos y comprobando cómo se ordena el pensamiento de los chicos de dicho nivel”.

“Prestar más atención a la diversidad del alumnado. Buscar un seguimiento y análisis de los resultados del alumnado, por un periodo no menor de dos cursos”.

“Añadiría una sesión amena con los alumnos que trate sobre, la evolución de la tecnológica, la tendencia actual y las líneas de trabajo que se están desarrollando, con el ánimo de despertar en ellos el espíritu emprendedor y tecnólogo, y permitirles continuar desarrollando de forma autónoma, lo aprendido durante las sesiones”.

VIII.5.2.- Segunda ronda

En la segunda ronda de consultas, los diferentes apartados se han modificado ligeramente como consecuencia de las sugerencias de los expertos en la primera ronda. Los resultados obtenidos en la valoración de los materiales de aprendizaje, en esta ocasión, son los que se muestran en la Tabla 8.4.

Tabla 8.4.- Medidas de tendencia central, para la segunda ronda del método Delphi.

Fuente: Elaboración propia.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Nota_Contenidos	10	8	10	9,50	,707
Nota_Metodología	10	8	10	9,60	,843
Nota_Recursos	10	7	10	9,60	,966
Nota_Evaluación	10	5	10	8,60	1,350
N válido (por lista)	10				

En esta segunda iteración de valoraciones todas las notas han incrementado sustancialmente, superando el 9 en tres de los cuatro casos expuestos. El aspecto correspondiente con la evaluación (la rúbrica) ha mejorado, aunque no ha conseguido situarse al mismo nivel que el resto de los aspectos considerados; aun así, la puntuación obtenida es muy buena y válida que los materiales desarrollados han experimentado una mejoría notable gracias a las aportaciones realizadas por los expertos en la primera ronda.

A continuación se analizan cuáles han sido los comentarios de los expertos, en esta segunda ronda, para conocer las razones que les han llevado a evaluar la propuesta del modo que lo han hecho, y, al igual que se hizo en la primera, analizar los datos estadísticos desde un enfoque cualitativo, para cada una de las categorías que se contemplan.

VIII.5.2.1.- Contenidos

Este aspecto ha mejorado 0,70 puntos en relación con la primera fase; pasando de una calificación de 8,80 a una calificación de 9,50. Los expertos han respondido a la pregunta: “¿Considera adecuados los contenidos del programa, tras los cambios sugeridos en la primera ronda de evaluación?”

Los expertos consideraron que los contenidos son mucho más completos y ordenados:

“Más completos y visualmente didácticos, permiten entender mejor el programa”.

“Los contenidos han mejorado, al haber cubierto las solicitudes previas de los expertos tratando de alinearlos con la nueva metodología planteada”.

“Han mejorado sustancialmente en su secuenciación, e incorporan acciones de refuerzo y ampliación”.

“Efectivamente se han incluido las materias/asignaturas relacionadas con los contenidos del programa, así como los elementos curriculares de las mismas que tienen relación directa”.

“Sí, están más trabajados y el hilo conductor es más adecuado”.

“Mejor equilibrio entre el diseño de contenidos y la separación de actividades”.

Se puede afirmar que en el apartado de los contenidos se ha llegado a un consenso pleno, en el que los expertos han estado prácticamente de acuerdo. No obstante, alguno de ellos ha vuelto a mencionar la importancia de que en el

futuro se pueda estrechar todavía más el espacio existente entre la propuesta y el currículo actual para ajustarlo todavía más a la normativa vigente⁶.

VIII.5.2.2.- Metodología

La metodología ha mejorado 0,50 puntos en relación con la primera fase, pasando de una calificación de 9,10 a una calificación de 9,60. Los comentarios de algunos de los expertos destacan la buena integración entre las metodologías de Aprendizaje Basado en Problemas y el basado en Proyectos, ya que permite que la propuesta sea más flexible debido a las restricciones temporales que puedan existir o incluso a la formación previa que pueda tener el profesorado.

Algunas de las apreciaciones realizadas han sido las siguientes:

“La aplicación de la metodología del Aprendizaje Basado de Problemas fomenta la implicación de los alumnos, así como el desarrollo de habilidades y competencias, entre ellas su responsabilidad y compromiso”.

“El planteamiento de la metodología parece ahora más adecuada, si bien una metodología mixta es compleja de implementar”.

“Ha mejorado debido a que utilizar exclusivamente un método basado en proyectos es muy motivador para los alumnos aunque requiere invertir mucho tiempo”.

“Sí, es acertado al presentar distintas metodologías que facilitan atender los diferentes ritmos e intereses de aprendizaje de los alumnos”.

“La metodología empleada depende también del perfil del docente, ya que muchas veces se confunde el Aprendizaje Basado en Proyectos con

⁶ Desde el punto de vista del método Delphi es adecuada la propuesta; desde la perspectiva de la investigación teórica una posible sugerencia es que hay que reinventar la educación para el siglo XXI, adecuando la legislación a esta circunstancia.

‘las prácticas’. Está muy bien dar una vía de posible desarrollo, pero se sugiere flexibilizar el proceso, para que sea el alumnado quien, con la ayuda del docente, identifique fases y problemas”.

El uso de una metodología mixta (aprendizaje basado en problemas y aprendizaje basado en proyectos) muestra, debido a la buena puntuación obtenida, que es idónea para la propuesta que se les ha presentado y que se utiliza en esta parte práctica de la investigación. Conseguir un consenso mayor entre los expertos se antoja muy complicado. Además, al trabajar por proyectos y problemas se puede ver de manera más eficiente y clara el modo en el que los estudiantes integran las competencias en el trabajo en el aula.

VIII.5.2.3.- Medios y recursos

A pesar de haber obtenido una nota muy alta en la primera ronda, el aspecto ha mejorado 0,2 puntos en relación con la puntuación en dicha fase; pasando de una calificación de 9,40 a una calificación de 9,60. Los expertos han ratificado que los recursos y herramientas didácticas utilizadas son idóneos para el objetivo que se desea alcanzar. Algunas de sus aportaciones sobre dichos recursos han sido las siguientes:

“Se ha enriquecido, y permite una mejor ‘trazabilidad’ en el recorrido del aprendizaje y evolución de los alumnos”.

“La agrupación en forma de U ayuda al aprendizaje colaborativo. Si bien ningún alumno es capaz de dar una solución a todo el problema, la suma de todas las ideas sí que pueden resolverlo”.

“Es importante en este tipo de propuestas dejar claro que son extrapolables a otros entornos y centros distintos del piloto. Ya que lo ideal es que la propuesta pueda extenderse y no sólo sea útil en un tipo de centros que, además, son minoritarios en cuanto a recursos y material. Por eso, es muy importante que la cuestión económica asociada a la

propuesta no sea desconocida, ni pueda parecer a priori un inconveniente. Por ello, creo que incluir el detalle del presupuesto es necesario y acertado”.

Los expertos han destacado sobre todo la variedad de los recursos y han resaltado su alto grado procedimental. Se vuelve a certificar el elevado consenso a la hora de evaluar los materiales, no solo manteniendo el nivel inicial sino incrementándolo.

VIII.5.2.4.- Evaluación

La herramienta de evaluación (la rúbrica) ha conseguido mejorar notablemente, a pesar de no haber alcanzado el nivel sobresaliente de los aspectos anteriores. Uno de los expertos ha comentado que es la parte más difícil en la que alcanzar un consenso, pues no todo el mundo comparte que un determinado método de evaluación pueda ser el más adecuado⁷. No obstante, este apartado ha experimentado una mejora de 0,38 puntos en relación con la primera fase, pasando de una calificación de 8,22 a una calificación de 8,60.

Algunas de las apreciaciones son las siguientes:

“Ahora es más explícita que la anterior, aunque considero que las rúbricas tienen una parte subjetiva”.

“Mejor equilibrio y compartimentación de capacidades”.

“La rúbrica es bastante correcta, pero se le podría añadir una fase de debate en la que los alumnos puedan comentar los trabajos del resto de los compañeros, valorándose entre ellos. Este aspecto también debería formar parte de la evaluación”.

⁷ Este aspecto ya se resaltó en la investigación teórica, Capítulo VI (§ VI.5.3.). La evaluación de las competencias es un aspecto de investigación y de aplicación no resuelto por el momento

“La rúbrica ha mejorado sustancialmente. Quizás se podrían incorporar resultados de la puesta en práctica, tipo sondeo con alumnado”.

Sin duda es el aspecto que más debate ha generado, porque algunos expertos han considerado que debe ajustarse en mayor medida a la legislación vigente- no olvidar (§ VI.5.3)- no se trata de una cuestión de legalidad, sino de que requiere mayor investigación y consenso internacional. Este ha sido un factor difícil de controlar puesto que la legislación actual no guarda ninguna relación directa con el desarrollo del pensamiento computacional, por lo que –al menos de momento- debería ser más flexible y orientativa. No obstante, hay que recalcar e insistir que el objetivo de la presente tesis no es generar una propuesta, que deba ser enmarcada dentro del paradigma actual, sino que está orientada a lo que se cree que será realmente importante en un futuro no muy lejano dentro del área de las ciencias de la educación teniendo en cuenta las tendencias de la innovación. Ese ha sido el propósito de toda la investigación teórica realizada.

Algunas de las opiniones de los expertos que consideran que la relación con el currículo debe ser más estrecha –como se ha afirmado también se trata de una cuestión abierta- son las siguientes:

“Ahora es más explícita que la anterior, aunque considero que las rúbricas tienen una parte subjetiva”.

“Creo que la rúbrica ha mejorado, pero debería quedar reflejado de forma más explícita la relación directa y concreta entre los contenidos del programa y de la rúbrica con los elementos curriculares”.

“La rúbrica está bien, pero debería además especificarse en términos de criterios de evaluación ajustados a normativa, ya que de lo contrario, no podrá ser recogido en una programación normal, donde toda la evaluación debe basarse en criterios y estándares concretos”.

Como se puede observar, la rúbrica ha mejorado pero puede enriquecerse todavía más. Queda abierta una línea de trabajo futura donde se siga afinando su formulación, para alcanzar una mayor sintonía con expertos en el área de la educación y las TIC. Pese a la afirmación anterior, para el objetivo de esta tesis se ha conseguido cumplir con la meta de superar esa calificación mínima de 8 puntos para considerar la propuesta como validada.

Como conclusión:

La propuesta final de los materiales de aprendizaje, generada tras la segunda ronda con los expertos, **es válida** para iniciar un proyecto educativo que permita desarrollar el pensamiento computacional y, posteriormente, comprobar si está vinculado (#5c21) a las competencias que se consideran esenciales (4C's) para el desarrollo del ser humano (en nuestro caso niños) en el siglo XXI.

VIII.6.- Discusión acerca de los materiales validados

Antes de mostrar las conclusiones parciales de este capítulo, se hace un análisis acerca de los materiales validados y de sus implicaciones pedagógicas.

VIII.6.1.- Creación del programa de aprendizaje y de sus materiales

Se debe destacar el acierto de haber creado una propuesta, que **utilice tanto el Aprendizaje Basado en Proyectos como el Aprendizaje Basado en Problemas**. La flexibilidad que aporta al trabajo en el aula facilita que pueda adaptarse no solo a cada alumno, sino también al dominio de cada profesor de un método de trabajo u otro.

Si bien el Aprendizaje Basado en Proyectos y el Aprendizaje Basado en Problemas comparten mucho en común, son dos enfoques diferentes del aprendizaje. En el Aprendizaje Basado en Proyectos los alumnos son quienes controlan el desarrollo del mismo y lo que harán en dicho proyecto. Un proyecto puede o no abordar un problema específico. En cambio, en el Aprendizaje

basado en problemas, el profesor suele ser el que determina el problema que se desea abordar. Aunque en algunos casos, los docentes con más experiencia también permiten que sean sus alumnos quienes identifiquen un problema real con el que se hayan encontrado y que esté relacionado con los contenidos de la asignatura. Los alumnos trabajan individualmente o en equipo durante un número determinado de sesiones para alcanzar las soluciones al problema planteado. Este enfoque es muy utilizado, cuando los métodos de "estudio de caso" suponen un planteamiento útil en el proceso de enseñanza y aprendizaje; es decir, los alumnos se enfrentan a un problema concreto que necesita ser resuelto. No es el momento de extenderse en las diferencias y características específicas de cada uno de estas dos metodologías de aprendizaje novedosas.

Para facilitar el aprendizaje, en la resolución de problemas y/o proyectos, se pueden utilizar vídeos -entre otras herramientas- como material complementario. Se trata de un instrumento que motiva a niños y adolescentes, usuarios habituales de diversos canales en *YouTube*⁸, y a su preferencia hacia todo lo visual⁹. Esta inclusión de vídeos actualiza el proceso de enseñanza y aprendizaje, para ajustarlo al contexto actual donde la información y el conocimiento son accesibles en línea (§ VI.2., §VI.3). Además, permite que aquellos alumnos que presenten dificultades para seguir el programa de forma presencial tengan la posibilidad de hacerlo desde cualquier parte, utilizando sus ordenadores personales, tabletas o dispositivos móviles. Estos dos últimos aspectos correspondientes con la atención a la diversidad y el *Mobile Learning* se analizan más adelante.

El vídeo es un medio que puede ser desarrollado como recurso y utilizado de una determinada manera para mejorar el aprendizaje. Puede integrarse dentro

⁸ Uno de los actuales, y desconocidos por el alumnado, es *YouTube* EDU.

⁹ Por lo que conviene utilizar, junto a vídeos de elaboración propia, herramientas como: AULA Planeta, *Pinterest*, *Instagram*, etc., como actividades de percepción visual. Este tipo de instrumentos son especialmente indicados, además, para ciertas materias y para alumnos con dificultades de aprendizaje y de atención.

de un plan de estudios, si ha sido diseñado intencionalmente con el objetivo de alcanzar una meta específica de aprendizaje.

El video es un gran recurso docente en la actualidad, por dos razones principales: a) permite presentar los objetivos de aprendizaje en 'fragmentos con significado' más cortos y fáciles de asimilar (las llamadas 'píldoras de aprendizaje'); y b) aumenta su facilidad de uso en cualquier lugar y momento.

La oportunidad que ofrece el vídeo de poder pararlo, retroceder, avanzar y reproducirlo el número de veces que se desee es un importante activo para las personas que diseñan y aplican planes de estudio y programas educativos/formativos. Los videos proporcionan acceso, además, a ciertos aspectos complejos y multidimensionales de la educación que son difíciles de captar en tiempo real. Por último, y no menos importante, ofrecen una experiencia compartida a través de la cual profesores y alumnos pueden aprender de una manera más colaborativa y significativa, superando las carencias de la enseñanza-aprendizaje tradicionales¹⁰.

Los problemas surgen cuando los profesores no se dan cuenta de que el uso eficaz del vídeo, en la práctica docente, implica mucho más que realizar unas grabaciones de la clase, empaquetarlas y distribuir las¹¹. Tener un objetivo o un material para el desarrollo de un contenido determinado no es lo mismo que tener una estrategia para integrar los en una asignatura o en el currículo. El video, en este sentido, no sustituye a la clase o al profesor sino que lo complementa, añadiendo valor a la tarea desarrollada por el profesor, dentro y fuera del aula, y pone al alcance del alumnado herramientas, que cada vez serán más nuevas, versátiles y potentes, y con las que el alumnado estará más familiarizado y motivado.

¹⁰ En este sentido la innovadora metodología de «la clase invertida» se apoya mucho en este tipo de instrumentos de apoyo.

¹¹ Realmente es lo que ocurre con todas las herramientas digitales y electrónicas (§ II.4.2.), por ello en el capítulo II se decía que la verdadera innovación estaba en la pedagogía, no en el uso de tecnologías más o menos nuevas.

El vídeo es una herramienta de amplio uso en el Aprendizaje Basado en Problemas, aunque su producción requiere recursos y tiempo. Pocos estudios han examinado el impacto del uso del vídeo en dicha metodología de aprendizaje, centrándose en los avances de las nuevas tecnologías de imágenes de la neurología cerebral (§ III.1.) y de la metacognición (§ III.2), que son los aspectos profundos que afectan al aprendizaje. Las investigaciones realizadas se suelen enfocar en las ventajas físicas (de lugar, tiempo, etc.) donde el vídeo ofrece superioridad frente a otras alternativas.

Basu Roy y McMahon (2012) demostraron que los estudiantes y profesor prefieren clases (aprendizaje en el aula y fuera de ella) en las que esté presente la mezcla de vídeos con el Aprendizaje Basado en Problemas. Sin embargo, comparado con los materiales basados en texto, el uso de vídeos fue asociado a una reducción del pensamiento profundo. Lo que no se sabe (por el momento) es hasta qué punto es cierto y para qué opción de aprendizaje lo es, ya que cada alumno aprende mejor de unas formas o de otras. De cualquier modo, queda de manifiesto la importancia y necesidad de integrar los videos en la pedagogía y metodología del aprendizaje para conseguir los resultados esperados.

En el caso de los niños existe una ventaja adicional, y es su preferencia hacia las imágenes, es decir lo visual, frente a la lectura de texto; sin entrar si ello es bueno o no para su educación y desarrollo, simplemente se constata un hecho real, al que ya se ha referido esta tesis en su parte de investigación teórica.

Al igual que sucede con los vídeos grabados digitalmente, los materiales basados en texto también pueden digitalizarse, para que los alumnos disfruten de sus mismas ventajas. Tanto los profesores como los estudiantes deben aprender cómo almacenar, recuperar y citar los materiales que han utilizado o generado. Deben ser capaces de crear, editar y manipular los contenidos. Deben saber comunicar y ser capaces de recibir o transmitir la información

haciendo especial hincapié en las ideas más importantes. Todo esto está bien desarrollado cuando se trata de recursos escritos pero sigue encontrándose muy alejado del nivel máximo que se puede alcanzar. Las herramientas para crear, editar, manipular, recibir, transmitir y difundir contenido relevante todavía están muy lejos de desarrollarse plenamente.

Chang, Eleftheriadis y McClintock (1998) señalan que la educación, y cualquier otra actividad que esté basada en la información -que prácticamente lo son todas, en mayor o menor grado- comparten que el flujo de trabajo para adquirir, procesar, almacenar y distribuir la información y el conocimiento adquirido y generado. Tres aspectos de este modelo, se distinguen entre los medios tradicionales y los nuevos: la digitalización, la interactividad y la conciencia sobre el contenido.

La digitalización de la información permite flexibilidad, mayor integración y comunicación inmediata entre las distintas etapas del flujo de trabajo. La interactividad proporciona al usuario capacidad para afectar el flujo de la información en tiempo real y permite que se procesen los datos que introduce el usuario para obtener una realimentación instantánea o casi instantánea. La percepción sobre el contenido supera la noción tradicional, que existe sobre la información audiovisual, hacia una consistente en objetos en vez de exclusivamente píxeles, que forman parte de una imagen o muestras de audio.

La gran mayoría de los contenidos se siguen capturando mediante micrófonos y cámaras de forma tradicional. Incluso con las tendencias actuales hacia la digitalización y la integración de los ordenadores en el aula, todavía existe una parte significativa de la información visual y auditiva que se pierde, una parte que es de gran valor para las aplicaciones en el medio escolar. El creciente volumen de información audiovisual hace imposible confiar exclusivamente en técnicas manuales de etiquetado. Por esta razón cada vez existen más

plataformas que facilitan el proceso de almacenamiento y organización de los contenidos.

El procesamiento del contenido, recuperado mediante el uso de herramientas digitales, sigue creciendo rápidamente, incluso dentro de los medios tradicionales de cine y televisión. Las económicas *suites* de edición y creación de contenidos audiovisuales acercan estas capacidades al usuario medio, aunque la creación de contenidos estructurados de alta calidad sigue siendo una tarea sumamente laboriosa, que requiere de una costosa infraestructura especializada y una importante formación

Las investigaciones para la distribución de contenidos en red están fragmentadas, con investigadores trabajando en diferentes nichos: unos en redes móviles, otros en redes locales o privadas, etc. Se aprecia la necesidad de generar un nuevo estándar, que funcione bajo todo tipo de redes generando una mayor escalabilidad, que expanda las fronteras del modelo actual.

Según Hargittai y Walejko (2008), en la era del hecho digital, los consumidores de medios tradicionales también pueden volverse productores de contenido (los llamados *prosumers*¹²). Sin embargo, los resultados de las investigaciones previas sugieren que existe una división de la participación entre los individuos que publican la información en la red y los que no.

En nuestra propuesta educativa todos los materiales se encuentran en formato digital. Este hecho posibilita un modo de aprendizaje denominado *Mobile Learning*. Una característica que distingue a la sociedad del siglo XXI es la rápida evolución tecnológica y social que está experimentando (§ 1.1.1). Los avances tecnológicos que permiten una rápida comunicación y procesamiento de la información fomentan la aparición de nuevos patrones sociales (§ 1.2). Como resultado, las comunidades ya no se basan exclusivamente en la

¹² Anglicismo formado a partir de la unión de los conceptos productor y consumidor, que identifica al consumidor que se convierte también en productor de contenido.

proximidad geográfica, sino que los nuevos grupos sociales se desarrollan de acuerdo a sus intereses y oportunidades, tanto a escala local como global.

Las tecnologías móviles, sobre todo, facilitan esta nueva estructura social. El mundo está experimentando la primera generación de tecnologías de comunicación e información verdaderamente portátiles con la reciente aparición de los teléfonos inteligentes y de las tabletas, provistos de conectividad a la red en [casi] todo lugar y momento.

Las posibilidades de comunicación y de transferencia de datos creadas por las tecnologías móviles pueden reducir significativamente la dependencia de lugares fijos para el trabajo o el estudio y, por lo tanto, tienen el potencial de revolucionar la forma en que trabajamos y aprendemos¹³. Por lo tanto, una sociedad móvil conectada implica nuevos desafíos y necesidades formativas.

Según Traxler (2007), algunos defensores del 'aprendizaje móvil' lo definen y conceptualizan en términos de dispositivos y tecnologías; otros, en cambio, lo hacen en términos de la movilidad del alumnado (ubicuidad), y del proceso de aprendizaje que se realiza mediante dichos dispositivos. Un aspecto relevante, no obstante, es la relación que se establece entre el mismo y el aprendizaje informal en lugar del formal e, incluso, del no formal.

Este tipo de aprendizaje, que sin duda es importante como se indicó en la investigación teórica, es poco estructurado y completamente flexible, teniendo mucho de 'aprendizaje bajo demanda'; lo cual le crea problemas de reconocimiento oficial por parte de los defensores a 'ultranza' de los otros dos tipos, que son más ortodoxos.

Los dispositivos móviles no solo crean nuevas formas de conocimiento y nuevas formas de acceder a él, sino que también crean nuevas formas de arte y de

¹³ Este aspecto no se ha tratado en profundidad en la tesis, pero es de un enorme potencial, ya que incluye todo lo que se entiende por *e-learning*, en todas sus variantes y modalidades.

actuación, generando incluso nuevas formas de actividad económica. Por lo tanto, el aprendizaje móvil debe entenderse como una 'concepción móvil de la sociedad'.

La propuesta educativa para el desarrollo del pensamiento computacional que aquí se presenta, puede implementarse a través de cualquier dispositivo móvil, que disponga de conexión a internet y de un *software* que permita, al menos, leer documentos en formato *PDF*. Además, para aquellos alumnos que quieran profundizar más, se han incorporado propuestas que les motiven a aprender mediante el uso de aplicaciones móviles y así mejorar la calidad de su aprendizaje.

Para desarrollar la educación propuesta, se necesita un entorno escolar con infraestructuras tecnológicas y arquitectónicas adecuadas. Es tan importante disponer del material necesario (instrumentos y herramientas) para poder llevar a cabo una actividad de aprendizaje, como lo es también el medio en el que se va a realizar dicho proceso. Cuando se trabaja por proyectos o por problemas es necesario acondicionar el aula para fomentar el trabajo colaborativo; sin las infraestructuras necesarias difícilmente se podrá alcanzar dicho objetivo. Las aulas deben ser reconstruidas, o construidas, con la capacidad de ser flexibles en su disposición física y en la distribución de su equipamiento. Si el mundo está sometido a un cambio continuo, como se indicaba en (§ 1.1.), las aulas también deberían poder serlo, en función de las necesidades para el aprendizaje. Por ello, la propuesta de la distribución flexible y abierta del aula parece adecuada para la ejecución de las actividades presentes en el programa propuesto, una vez validado por los expertos.

Las TIC se están utilizando cada vez más en la educación Primaria y Obligatoria; ahora bien, en la mayoría de los casos en España y, concretamente, en Canarias su utilización no parece ser la más apropiada, ya que no se aprovecha toda su potencialidad y, además, no se integran en el currículo para ofrecer una

‘educación basada en competencias’ (EBC), (§V.2.). En el mejor de los casos suelen agregarse, ‘manteniendo la independencia propia’, al conjunto de materias o asignaturas que ya existen en las escuelas y colegios; y aún más, más con un rango inferior a las consideradas básicas o fundamentales. Esto hace que no pueda considerarse que estén integradas en el currículo. Como se vio, (§ VI.6.4.), la UE está realizando trabajos preparatorios en dicho sentido, que aún no han dado sus frutos¹⁴. La situación de los diversos países que forman el espacio europeo de educación es muy diferente de unos a otros (§ VI.6.3).

La situación que se da en las escuelas y colegios está muy lejos de la que se considera ideal, e incluso conveniente y necesaria. Cornu (1995), desde un planteamiento académico y teórico, defiende la integración del aprendizaje de las competencias digitales y del desarrollo del pensamiento computacional en el currículo, explicando cómo hacerlo. No se considera pertinente seguir con este desarrollo, ya que el tema ha sido tratado extensamente en diversos capítulos de la investigación teórica.¹⁵ Como tampoco hacerlo en el profesorado y la situación real en que se encuentra, por la misma razón.

Una situación diferente es la del alumnado, que no ha sido tratado bajo esta perspectiva (la de la integración curricular), sino desde una más amplia y básica, que condiciona las demás (§ VI.2.). Como consecuencia se dedican unos párrafos a abordar la perspectiva que es de interés en este apartado¹⁶.

En el caso del alumnado hay que centrarse, tanto en los alumnos estándar (los peyorativamente llamados ‘normales’, que mejor deberían denominarse ‘personas sin discapacidad’) como en aquellos que son ‘diferentes’ (la diversidad), dado que todavía no se ha llegado a una educación más

¹⁴ Lo mismo ocurre en el resto del mundo (§ VI.6.2.)

¹⁵ Capítulos II, V y VI.

¹⁶ Este aspecto ha sido fuerte y reiteradamente recomendado por uno de los expertos.

personalizada e individualizada, como preconizan las propuestas más innovadoras.

Tal y como se recoge en la LOMCE, los estudiantes con necesidades especiales deben ser atendidos teniendo en cuenta sus circunstancias. Hay que destacar que las necesidades especiales no se refieren exclusivamente a aquellos alumnos con dificultades de aprendizaje, sino también a aquellos que avanzan con mayor velocidad y cumplen antes con los objetivos (alumnos con altas capacidades). Los expertos destacan la fortaleza del programa en este sentido, ya que tiene en cuenta a ambos grupos, mediante la preparación de actividades desde un enfoque mucho más manipulativo o guiado para aquellos que necesitan de una mayor atención o la posibilidad de que los más avanzados profundicen en el tema.

La implementación exitosa de la diversidad en la educación, Cambra y Silvestre (2003), requiere de un esfuerzo especial que responda a las necesidades educativas de los estudiantes. En general, las escuelas tienden a priorizar la adquisición de conocimientos académicos, pero raramente prevén actividades destinadas a fomentar el desarrollo integral de los estudiantes, y no solo el cognitivo, muy importante cuando se apuesta por el modelo de educación y formación necesarias para el siglo XXI tal como se ha hecho en esta tesis. En este momento existe un consenso acerca de que la integración no es simplemente una cuestión de colocar a los estudiantes con necesidades especiales en escuelas ordinarias, sino que se requiere de una planificación adecuada, recursos humanos y materiales para que tengan éxito.

En general, el enfoque que demanda -como derecho universal- una integración de este tipo de estudiantes comprende dos ejes principales, cada uno de los cuales debe estar coordinado con el otro. Estos ejes son: a) la adaptación del contenido del curso, y b) un enfoque diferente para la discapacidad específica de cada persona. Desde el programa que se presenta en la parte práctica de

esta tesis, se desconocen cuáles serán las personas con discapacidades específicas que existan en el aula, razón por la que se ha tenido en cuenta solamente el aspecto correspondiente con la adaptación del contenido del curso. El otro tipo de adaptación tendrá que realizarse una vez que se conozca cuál es el perfil concreto de los estudiantes con discapacidad.

Para Fernández et al, (2013), los estudiantes con necesidades especiales presentan dificultades para desarrollar las habilidades cognitivas y adquirir nuevos conocimientos. También podrían necesitar mejorar su comportamiento, comunicación y relaciones con su entorno. El desarrollo de material personalizado y adaptado a ellos proporciona muchos beneficios, ya que ayuda a moldear el proceso de aprendizaje en relación a los diferentes impedimentos cognitivos, emocionales, sensoriales o de movilidad que puedan tener.

Por lo tanto, Chung y do Prado Leite (2009), el diseño de este tipo de materiales tiene en cuenta los siguientes requisitos:

- **Usabilidad/accesibilidad:** diseño de material y aplicaciones fáciles de usar, garantizando que los usuarios puedan interactuar con ellos y comprender tanto las tareas que se deben realizar como la respuesta del sistema. Se debe poner especial énfasis en la diversidad funcional cognitiva, [emocional], y sensorial de los estudiantes, así como en promover enfoques de interacción intuitiva tales como el tacto o la voz. Por otra parte, en este punto es importante señalar que los estudiantes no serán los únicos usuarios del sistema, por lo que también debe ser diseñado para tener en cuenta las preferencias de los terapeutas, educadores y las dificultades en el uso de las TIC.
- **Flexibilidad/adaptabilidad:** permite a los educadores personalizar y adaptar los contenidos de los materiales de acuerdo con los individuos y los contextos educativos. Sin embargo, las opciones de personalización no deben elegirse al azar, sino que deben ser el

resultado de un análisis en profundidad de las diversas características y necesidades de los estudiantes.

Según Bryant y Smith (2016) la diversidad en nuestra sociedad es visible en términos de discapacidades [o de capacidades diferentes], sociales, culturales y lingüísticas; antecedentes económicos, diferencias de género, estructuras familiares, raza y etnias, y las creencias religiosas. Los estudiantes que asisten a las escuelas y sus familias representan las diferencias de la sociedad. Todos los niños llevan a clase un contexto social, académico, económico y cultural, y estos antecedentes son parte del ambiente en el que tiene lugar el aprendizaje. El patrimonio cultural de todos es un factor importante a considerar cuando se diseña un programa educativo para satisfacer la necesidad de los estudiantes excepcionales. Las buenas prácticas de enseñanza benefician a todos los estudiantes, independientemente de sus antecedentes.

VIII.6.2.- Evaluación del programa

Una vez discutida la creación del programa y sus materiales, es necesario hablar sobre la forma en la que se va a evaluar como material para el aprendizaje. Hay que resaltar que la propuesta a los expertos de materiales para el desarrollo del Pensamiento Computacional ha sido paso previo a la medición de las competencias seleccionadas como esenciales para el ser humano del siglo XXI, por lo que la nota que se obtenga -tras aplicar los materiales de aprendizaje- servirá como herramienta para ordenar al alumnado, que se someterá a la posterior medición (evaluación del grado de desarrollo) para cada una de dichas competencias. Sin dejar esta situación de lado, la rúbrica propuesta ha generado opiniones de todo tipo donde algunos expertos la han calificado con una puntuación alta y otros con una nota más baja (aunque siempre superior o igual a 5).

Una rúbrica, Andrade (1997),

es una herramienta de evaluación, que enumera los criterios de un trabajo o las cosas que se deben contabilizar en el mismo (la presentación, la creatividad, la estrategia seguida, la implementación...) y articula una serie de gradaciones para cada criterio, que van desde excelente hasta mediocre. Las gradaciones en estas rúbricas suelen representarse con letras desde la A hasta la D, y son lo que las distingue de cualquier otro método de evaluación.

De manera resumida, se puede considerar que una rúbrica es una lista de criterios y niveles de calidad.

Continúa Andrade, (2005), diciendo que:

«Una rúbrica que es utilizada exclusivamente para poner una nota se denomina rúbrica de calificación; mientras que una rúbrica instructiva es la que ha sido creada en colaboración con los estudiantes, distribuida y utilizada para facilitar la evaluación por pares, que contemple la autoevaluación, y que contenga el *feedback* del profesor; y solo entonces se utiliza para asignar una nota. Ya no se trata solo de evaluar; se trata de enseñar, para seguir aprendiendo. La enseñanza-aprendizaje con rúbricas es el modo correcto de utilizarlas».

Por esta razón algunos de los expertos resaltan que el método de evaluación debe haber sido desarrollado en colaboración con los estudiantes.

Las rúbricas instructivas ayudan a proporcionar más información a los estudiantes. La posibilidad de ofrecer realimentación a los alumnos es profundamente educativa. La retroalimentación mejora el proceso de aprendizaje, especialmente cuando da a los estudiantes información concreta sobre las fortalezas y debilidades de su trabajo.

La parte negativa es que las rúbricas no son totalmente auto explicativas. Los estudiantes necesitan ayuda para entenderlas y saber cómo se usan. La mayor parte de los alumnos no saben lo que son, no las han visto nunca, y es necesario explicarlas y ponerlas en práctica mediante una simulación en el aula.

Para Morrison y Ross (1998):

«La creciente influencia de las teorías cognitivas y constructivistas del aprendizaje en la enseñanza han ampliado significativamente las perspectivas de los docentes, en el desarrollo y evaluación del uso que se le da a la tecnología en la enseñanza. Las pruebas académicas tradicionales, de hoy en día, se centran en el conocimiento aislado, pero están empezando a expandirse para incluir otros aspectos que recojan la evaluación del rendimiento, cuando se utiliza la tecnología como herramienta aplicada. Por ejemplo, las tendencias actuales sugieren el uso de ambientes de aprendizaje abiertos, tales como el Aprendizaje Basado en Problemas, que produce un tipo de experiencia diferente al conseguido en el ambiente tradicional. El aprendizaje resultante de tal enfoque no es fácil de evaluar con una prueba tradicional de 'papel y lápiz', sino que requiere una evaluación que esté orientada al mundo real y basada en estándares de rendimiento. El uso de rúbricas aumenta la fiabilidad de la evaluación y sus complejidades, además de la riqueza de la información que se proporciona a los estudiantes respecto a su nivel de logro».

Rezaei y Lovorn (2010) mostraron mediante un experimento unos resultados inesperados: hacer una rúbrica de calidad y utilizarla eficazmente no es tan fácil como se asume originalmente. Las rúbricas deben ser desarrolladas con carácter local, para un propósito determinado y un grupo específico de estudiantes. Al igual que cualquier otra herramienta, utilizarlas incorrectamente puede llegar a ser peor que no haberlas utilizado.

Hay que ser muy cuidadosos a la hora de realizar una rúbrica, ya que no es válida en todos los contextos. Por esta razón es muy probable que el propio contexto de los evaluadores influya a la hora de valorar si una herramienta de evaluación como esta puede ser válida o no. De cualquier forma, la calificación de la misma fue lo suficientemente buena como para utilizarla como herramienta de evaluación en un contexto determinado.

VIII.7.- Conclusiones

Los resultados (§ VIII.6.) permiten concluir que la propuesta de materiales de aprendizaje para desarrollar el pensamiento computacional es válida puesto que supera la calificación mínima de 8 puntos en todos sus apartados; destacando, entre otras cosas, la progresión y estructuración de los contenidos y las medidas de atención a la diversidad, que sustentan una curva de aprendizaje adecuada al perfil de los estudiantes.

La metodología mixta de proyectos (ABProy) y de problemas (ABProb) ha satisfecho a los expertos en cuanto a la forma o modo en la que se ejecutaría el proyecto. Ahora la metodología es lo suficientemente flexible como para adaptarse a la gran mayoría de los contextos educativos, sobre todo en cuanto a la temporalización y a la formación docente del profesor se refiere.

Los vídeos han elevado notablemente la calidad de la propuesta, ofreciendo un recurso muy atractivo que se presenta de una manera desenfadada para tratar de motivar y no aburrir a los estudiantes de este rango de edad. El fenómeno de los *youtubers* es una oportunidad para llegar a aquellos alumnos que viven conectados a la red y que están acostumbrados a consumir este tipo de recursos multimedia, siendo estos de poca carga explicativa para no hacerles perder el interés en lo que aprenden.

Como futuras líneas de investigación queda pendiente la mejora de la rúbrica de evaluación, que posiblemente haya que reformularla en conjunto con los

alumnos, pero, tal y como se adelantó en la discusión de los resultados, este es un trabajo que debe llevarse a cabo teniendo en cuenta el contexto escolar y educativo concreto. Por este motivo, se deduce que la rúbrica debe generarse una vez se conozca su campo de aplicación y no antes.

El programa desarrollado no especifica cuál es el proceso de cambio, que facilita la incorporación de la metodología a las aulas existentes (aunque tampoco es uno de sus objetivos), fundamentalmente porque las restricciones temporales y curriculares no favorecen su integración dentro del sistema actual. El primer paso a abordar sería formar al profesorado en el área del pensamiento computacional, ya que a priori es poco probable que los docentes de Educación Primaria dispongan de este tipo de visión y de competencias al tratarse de algo muy novedoso y que todavía no ha podido ser incorporado a los planes académicos de formación docente.

Otra línea de investigación que queda abierta es la integración de esta nueva "materia" dentro del currículo actual, ya que pasar de una formación basada en materias a una basada en competencias parece utópico por el momento. La presente investigación ha intentado dar los primeros pasos en este sentido mediante la identificación de los criterios compartidos con otras asignaturas del currículo. Queda pendiente una concreción mayor que pueda acomodar el pensamiento computacional dentro de la ley educativa actual y de las futuras. El futuro se presenta esperanzador, no obstante, tras haber encontrado diez criterios de otras asignaturas que guardan similitudes con lo trabajado.

Hay que dar un salto cualitativo para el futuro en las herramientas de aprendizaje diseñadas y aplicadas. En el sentido que puedan ser aplicadas a distintos centros o escuelas, de distintos contextos y entornos; y, también, para mejorar ciertos aspectos de las mismas, proporcionando una validación y valoración mucho más fundada, objetiva y fiable. Los expertos coinciden en la importancia de su difusión a partir de la aproximación inicial que ya se ha

realizado, y cuyos resultados serán estudiados con profundidad en el capítulo siguiente.

Capítulo IX

Evaluación, en el alumnado, del desarrollo
de las competencias seleccionadas

CAPÍTULO IX
EVALUACIÓN, EN EL ALUMNADO, DEL DESARROLLO DE LAS
COMPETENCIAS SELECCIONADAS
A MODO PREVIO

En este capítulo se evalúan en el alumnado las competencias seleccionadas en esta investigación (#5c21), básicas para la educación y formación de las personas en el siglo XXI.

El proceso se realiza en el aula siguiendo una serie de etapas, cada una de ellas con sus objetivos y actividades propias. Para implementarlo se han seleccionado y aplicado una serie de instrumentos (test y otros materiales), entre los existentes, que estuviesen validados y valorados por la comunidad educativa internacional, y al mismo tiempo fuesen asequibles para el progreso de la investigación. Estos instrumentos son específicos de cada una de las competencias, cuyo desarrollo se estudia en niños de 6º de Primaria.

En la Fig. 9.1. se distinguen los bloques tratados en el Capítulo VIII y los que se abordan en éste.

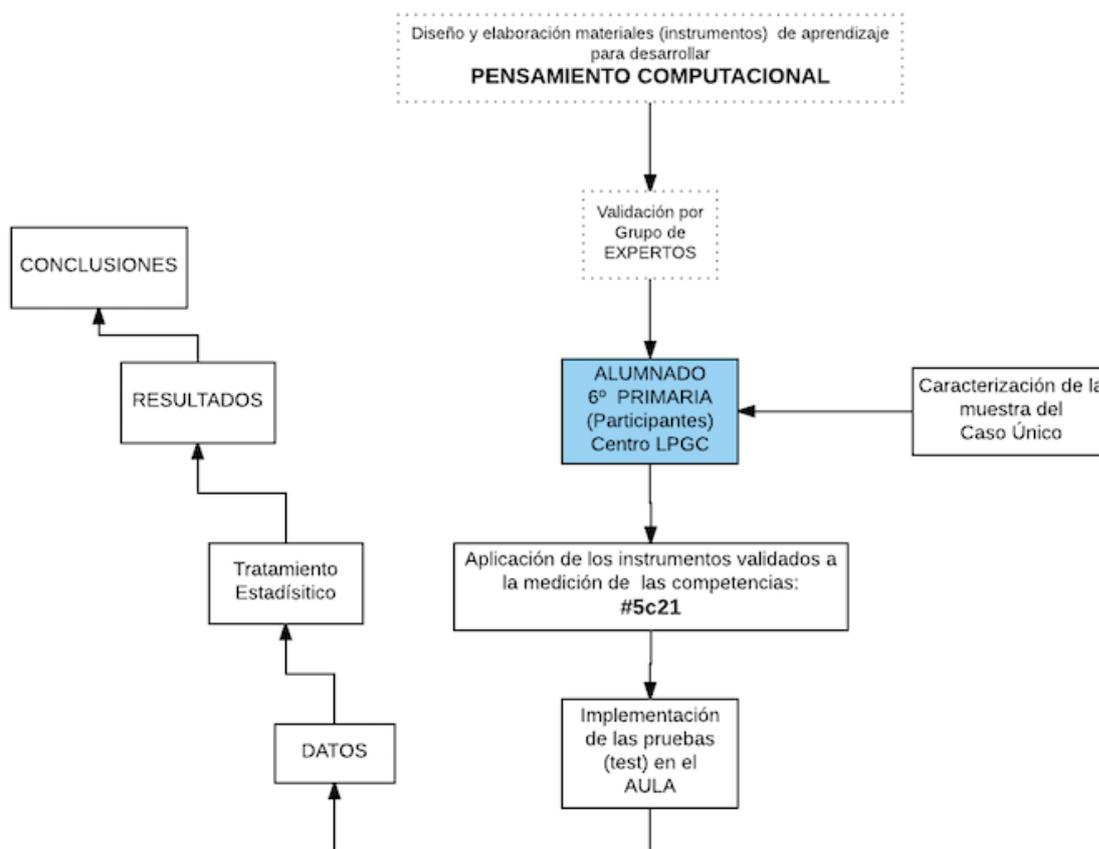


Fig.9.1.- Mapa conceptual del Capítulo IX.

Fuente: Elaboración propia.

IX.1.- Metodología de la investigación empírica

La evaluación de las competencias seleccionadas es un aspecto esencial en el proceso seguido, para alcanzar el objetivo general de la investigación empírica en su parte práctica; así como para contestar a las preguntas (objetivos específicos) en que se ha descompuesto el propósito de la misma, (§ VII.1.2.). Al mismo tiempo, permitirá cuantificar (medir) la relación que existe entre el pensamiento computacional y el desarrollo de las # 5c21, en este caso único de investigación en el aula.

Al ser un área de investigación novedosa, no se encuentran estudios anteriores contextualizados en Canarias, e incluso en España. Al menos desde la

perspectiva desde la que se aborda la investigación, por lo que no se dispone de referencias científicas previas en las que apoyarse, orientarse y compararse.

Este hecho añade valor a la investigación realizada y puede impulsar a que más investigadores y practicantes se interesen por el tema, en un momento en que se puede ser pioneros desde Canarias. No hay que olvidar que cada contexto tiene sus características propias y diferentes de los demás, así como que comparte algunas con el resto; sobre todo en momentos en que hay que armonizar lo local con lo global.

Al mismo tiempo, hay que resaltar la importancia de seleccionar y utilizar unas buenas herramientas (test) para evaluar las competencias seleccionadas. El análisis estadístico de los datos cuantitativos obtenidos aporta significado y rigor a la investigación empírica. Todo ello hace que sea esencial la selección de una metodología de investigación contrastada y bien implementada.

IX.1.1.- Objetivos por etapas

En (§ VII.1.2.) se estableció el gran objetivo de esta investigación, así como su separación en una serie de objetivos específicos o preguntas.

Para alcanzar dichos objetivos, se elaboraron unos materiales (instrumentos) de aprendizaje, como se indicó en el Capítulo VIII, que fueren validados por un grupo de expertos. Este Capítulo IX ‘cierra el proceso’, al aplicar dichos instrumentos al desarrollo de las competencias nucleares seleccionadas, (#5c21), en el grupo de alumnos de Primaria, y cuantificar la relación entre la aplicación del pensamiento computacional (de herramientas propias del mismo) y el desarrollo de dichas competencias.

La parte final del proceso, para conseguir estos objetivos, se ha dividido en etapas, cada una de ellas con propósitos propios y actividades específicas, Tabla 9.1.

Tabla 9.1.- Etapas, objetivos y actividades para la evaluación de las competencias seleccionadas.

Fuente: Elaboración propia.

Etapa	Objetivo	Actividades
I. Búsqueda, elaboración y validación de los instrumentos de medición de competencias.	Fijar los criterios necesarios para medir las variables objeto de estudio.	Preparación de test, encuestas y aplicaciones prototipo.
II. Aplicación de los instrumentos de medición de competencias.	Llevar a cabo el trabajo de campo, realizar las mediciones necesarias.	Aplicar los test, encuestas y aplicaciones prototipo.
III. Análisis de los datos.	Organizar los resultados de las mediciones para poder realizar las inferencias.	Uso del software estadístico SPSS.
IV. Redacción de conclusiones.	Obtener conclusiones a partir de las inferencias extraídas del paso anterior.	Elaboración de conclusiones partiendo de las verificaciones de las hipótesis planteadas.

Objetivos de la etapa I:

Esta etapa se centra en la búsqueda y selección de los instrumentos, que permitirán medir las competencias seleccionadas. Es decir, de nuevo, buscar y seleccionar los instrumentos más adecuados para medir las competencias deseadas.

Se pretende que cada una de las competencias seleccionadas sea medida por un test, cuestionario o aplicación prototipo, cuyo uso haya sido validado y aceptado por la comunidad educativa internacional.

Objetivos de la etapa II:

Las herramientas -para medir el nivel de desarrollo de las competencias de **comunicación, colaboración, creatividad, pensamiento crítico y resolución colaborativa de problemas**- deben ser aplicadas en el aula. Se intenta en la medida de lo posible que las pruebas estén adaptadas a un formato y entorno digitales, para agilizar el proceso y contextualizarlo mejor.

Objetivos de la etapa III:

A partir de los datos obtenidos tras aplicar las herramientas de medición de competencias, se deben proponer una serie de hipótesis estadísticas que hay que verificar. Para formular dichas hipótesis, se relacionan los objetivos de la investigación con los datos medidos.

La verificación de las hipótesis se lleva a cabo mediante el uso de distintas pruebas estadísticas, apropiadas a la naturaleza de los datos y de la propia investigación. Estas pruebas estadísticas son realizadas utilizando el *software* estadístico *SPSS*.

IX.1.2.- Método

Para llevar a cabo la evaluación de las competencias seleccionadas, se ha utilizado el método de estudio del caso o casos (§ VII. 4.2.), ya que aporta la flexibilidad requerida y, además, una visión más amplia de la problemática, sobre todo cuando se trabaja con temas novedosos de los que existen pocos precedentes o incluso ninguno. Como indican McCutcheon y Meredith (1993), «utilizando este método se puede ampliar el alcance de la investigación, según sea necesario cambiar su enfoque o las fuentes de búsqueda, a medida que se avanza en el estudio».

Hay que recordar, Merriam (1988), que el caso puede ser una persona, un programa, un grupo, una estrategia determinada de cualquier naturaleza, etc. Como también que: este método no es exclusivamente una forma de investigación cualitativa, a pesar de que se encuentra reconocido dentro de la variedad correspondiente a este tipo de investigaciones (Creswell, 2007). Algunas investigaciones de estudio del caso utilizan una combinación de evidencias cualitativas y cuantitativas. Además, los estudios de caso no necesitan incluir siempre pruebas de observación directa, que no es nuestro caso, al igual que lo hacen otros modos de investigación cualitativa.

IX.1.3.- Participantes

Para tratar y analizar la muestra seleccionada, es necesario definir y acotar algunos conceptos previos sobre lo que se entiende como **población** y **muestra**. La población es un conjunto de personas, objetos o eventos sobre los que se desea hacer inferencias; ahora bien, no siempre es posible (ni quizá conveniente) analizar a todos los miembros de una población entera.

La población, como conjunto de personas e individuos, tiene alguna característica en común; se trata de un grupo de personas de las cuales se extrae una medida estadística. Para Levin & Rubin (2004), "Una población es un conjunto de todos los elementos que estamos estudiando, acerca de los cuales intentamos sacar conclusiones. Debemos definir esa población de modo que quede claro cuándo cierto elemento pertenece o no a la población" (p. 10).

Como se indicó, a veces no es posible o conveniente analizar a todos los miembros de una población. Debido a esta situación surge lo que se conoce como muestra. Según Samaja (1994) muestra es:

«cualquier subconjunto de un universo bien definido, lo cual significa que la cuestión tenga siempre dos aspectos a considerar y determinar: a) dado el universo, ¿cuál es la muestra?; y b) dada la muestra, ¿cuál es el universo? (...). Sin embargo, también cabe la posibilidad de que la situación sea diferente. Por ejemplo, podría darse el caso de que, por razones diversas, esté ya decidido cuántos sujetos y cuáles serán estudiados, y a partir de ese dato nos preguntemos: lo que vamos a estudiar constituye una muestra, ¿de qué universo? ¿Cuál es el conjunto máximo de unidades de análisis al que se podrán generalizar legítimamente los resultados que obtengamos en este conjunto reducido de elementos?», (p. 264).

La muestra, para Murria y Spiegel (1991), es una porción representativa de la población que se quiere estudiar.

En definitiva, se podría concluir que, a grandes rasgos, una muestra es una porción de la población, y que la misma se puede seleccionar de distintas maneras.

La investigación empírica práctica de esta tesis aborda un estudio de casos, por lo que para seleccionar la muestra siempre se hará referencia a un contexto de investigación cuasi-experimental, normalmente orientada a trabajar con hechos no bien conocidos o incluso enfocados a la contribución de ideas que fomenten la aparición de nuevas preguntas, objetivos o hipótesis.

La muestra del **estudio cuasi-experimental** realizado no se ha elegido con la finalidad de generalizar los resultados, sino impuesta por las facilidades y oportunidad que se disponían para llevar a cabo un caso práctico; por lo tanto, impuesta por características de los alumnos 'disponibles y asequibles' para responder a las preguntas de la investigación.

En una investigación pionera este hecho no resta validez ni calidad al trabajo realizado, ya que se es consciente de las limitaciones del mismo; ahí radica la calidad y las posibilidades reales de seguir avanzando en esta línea.

La población de este estudio (los participantes) se encuentra formada por los alumnos de último curso de Educación Primaria, en un centro de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria (España). A continuación se destacan algunas de las características más notables de la población y muestras seleccionadas.

El centro educativo se encuentra en un barrio situado en el corazón de la ciudad, entre la playa de las Alcaravaneras y Arenales. Pertenece al distrito Centro, y es un importante núcleo de la ciudad que disfruta de varias zonas verdes.

En el pasado, fue un barrio utilizado como lugar de residencia del turismo de calidad, gente adinerada proveniente de otros países (principalmente británicos). La realidad socioeconómica de las personas que hoy en día viven en esta zona de Las Palmas de Gran Canaria sigue manteniéndose. Además, es una zona exclusivamente residencial, apenas se puede encontrar algún negocio, solo hospitales y centros educativos. En ella también existen edificios públicos importantes, como la residencia oficial del presidente del Gobierno de Canarias y un gran número de consulados.

Las características socioeconómicas de este barrio no son del todo representativas del resto de la ciudad, ya que los alumnos pertenecen en su gran mayoría a clases sociales medio-altas.

Las familias que conforman la comunidad educativa del colegio son familias con un buen entorno familiar y afectivo, implicadas en la educación de sus hijos, personas en las que concurren profesiones y empleos muy variados, desde profesores universitarios, médicos, empleados portuarios, bomberos, empleados de banca, militares, azafatas y pilotos de líneas aéreas, controladores aéreos, jueces y fiscales, ingenieros, economistas, funcionarios, profesiones liberales, empresarios y autónomos de pymes, hostelería, comercios, etc.

El núcleo familiar de la mayoría de los estudiantes sigue una estructura tradicional, siendo uno o dos el número más frecuente de hijos. Existe un alto predominio de padres provenientes de otras comunidades autónomas que se han establecido en Canarias por motivos laborales. Además, la implicación del colegio en el dominio de distintas lenguas de la nativa favorece que se integren alumnos procedentes de otros países.

Respecto a las cualidades escolares del alumnado: los estudiantes están comprometidos con las actividades educativas; el absentismo¹ es inexistente; y la convivencia en el día a día es muy buena. Por lo general, son alumnos que obtienen buenas notas en todas las materias, gracias al constante seguimiento realizado por los tutores y sus familias. La eficiencia del proyecto educativo se refleja, entre otros indicadores, en los resultados académicos de sus alumnos: sus notas medias son muy altas.

Los alumnos del último curso de educación primaria utilizaron una aproximación inicial (versión casi definitiva) de los materiales de aprendizaje diseñados en el capítulo VIII, para posteriormente realizar una evaluación de las competencias objeto de estudio. No todos ellos realizaron la totalidad de las pruebas, debido a causas que se escapaban al control del investigador (principalmente faltas de asistencias no deliberadas o cuestiones de temporalidad²).

Se trata de una **investigación post-facto**³ (Cancela Rodrigo, Cea Mayo, Galindo Lara y Valilla Gigante, 2010); es decir, que se ha realizado después de que ocurra un cierto suceso; por lo que, no hay antecedentes previos de los que extraer información comparativa,

se han creado dos **subgrupos de análisis** en base a una variable independiente, que ha sido **el género** en un caso y las **calificaciones** en otro,

con la salvedad de la competencia formulada por el marco *ATC21S* (resolución colaborativa de problemas) que, al tratarse de agrupaciones aleatorias, la evaluación debe realizarse sin segregar por género, (§VII.3.1.2.).

¹ RAE: Abstención deliberada de acudir al lugar donde se cumple una obligación.

² Alumnos que han tenido que cambiar su presencia en el aula, por actividades paralelas celebradas a nivel de todo el colegio, debidas a distintos motivos.

³ Se trata de una circunstancia propia de las ciencias sociales y humanas, que se da a menudo; alude a que primero se produce el hecho y después se analizan las posibles causas y consecuencias, por lo que se trata de un tipo de investigación en donde no se modifica el fenómeno o situación objeto de análisis.

El tamaño de la muestra, para la evaluación de cada competencia, se muestra en la Tabla 9.2.

Tabla 9.2.- Tamaño de la muestra para el conjunto de competencias evaluadas.

Fuente: Elaboración propia.

Competencia	Tamaño de la muestra (N: número alumnos que la han realizado)
Creatividad	64
Pensamiento crítico	76
Colaboración	71
Comunicación	70
Resolución colaborativa de problemas	37 (74 alumnos)

IX.2.- Instrumentos para la medida de cada competencia

Para evaluar las competencias seleccionadas (**creatividad, pensamiento crítico, colaboración y comunicación**); es decir, cada una de las 4C's, se ha seleccionado un grupo de herramientas entre las existentes. Caso distinto es el de la Resolución Colaborativa de Problemas, como se verá en su momento.

IX.2.1.- Medida de la Creatividad

Los sistemas de evaluación de la creatividad (o del pensamiento creativo), (VII.3.2.1), han sido desarrollados, utilizados y contrastados durante décadas, Fig.9.2. Las categorías más utilizadas de estos test de evaluación incluyen medidas de pensamiento divergente, calificación de productos y autoevaluaciones. El presente trabajo ha tratado de evaluar la creatividad a partir de las **medidas de pensamiento divergente**.



Fig.9.2.- Formas de trabajar la creatividad.

Fuente: Inevery Crea, 2014.

El pensamiento divergente es el modo más utilizado para medir la creatividad. Según Guilford (1967), dicho pensamiento es la capacidad de generar múltiples respuestas a una pregunta abierta. Se asocia a menudo con el pensamiento convergente, el cual se fundamenta en la capacidad de escoger la mejor respuesta entre todas las posibles.

Por lo tanto, se suelen distinguir las categorías pensamiento convergente / divergente – pensamiento lateral / vertical, Fig.9.3.

La herramienta más exitosa para medir la creatividad han sido los **Test de Pensamiento Creativo de Torrance** (Torrance, 1966). Esta herramienta es la que se utilizará para medir la creatividad en esta tesis, fundamentalmente debido a que ya ha sido usada en Canarias con anterioridad. Prueba de ello es el documento *Adaptación y baremación del test de pensamiento creativo de*

Torrance: *expresión figurada*, perteneciente al Programa para la atención educativa al alumnado con altas capacidades intelectuales de Canarias (2007).

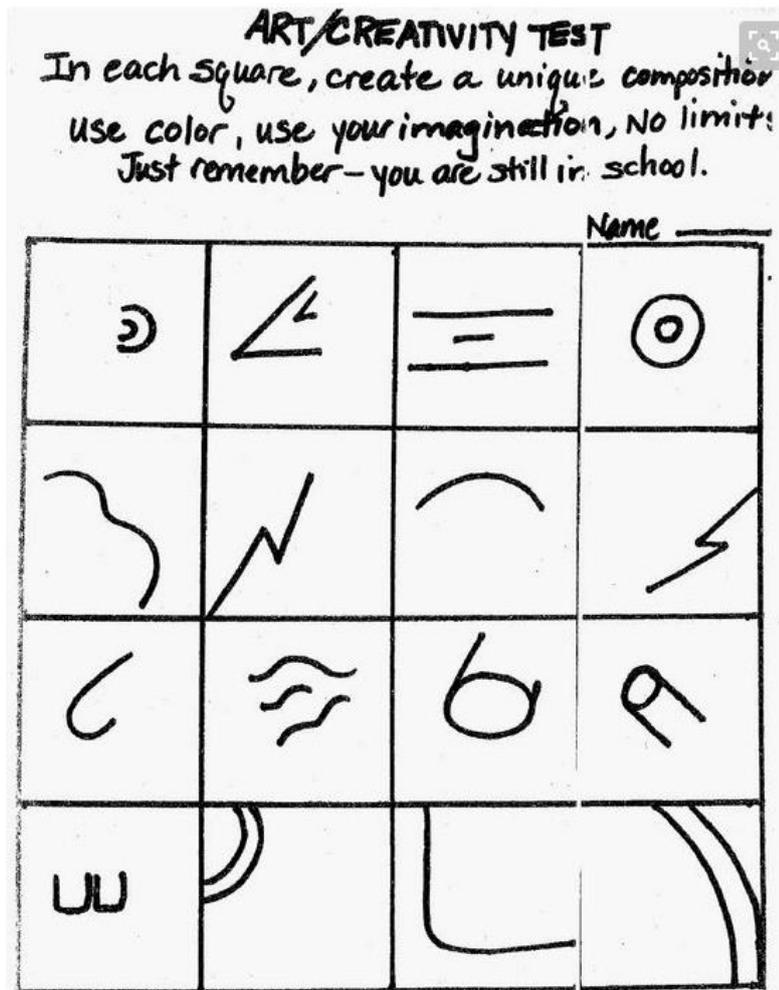


Fig.9.3.- Algunos trazos para medir creatividad.

Fuente: Blog V. H.Walderman. Pinterest, 2013.

Estos tests se dividen en dos secciones, la sección verbal y la sección figural (o de trazos). Para evaluar la competencia de creatividad, tras aplicar los materiales de aprendizaje desarrollados, se ha tenido en cuenta exclusivamente la **sección figural** (Jiménez González, Artiles Hernández, Rodríguez Rodríguez, García Miranda, 2007).

La sección figural o de trazos se compone de otras tres subsecciones, que solicitan que el participante modifique o amplíe formas/dibujos y que además

añada títulos a cada una de ellas. Los títulos son puntuados en base a la fluidez y la originalidad, así como la elaboración (cantidad de detalle en una respuesta) y la flexibilidad (Anexo 7).

La fluidez es el número de respuestas relevantes; la flexibilidad se refiere a la variedad de categorías en las respuestas; la originalidad considera las respuestas novedosas que no son comunes pero sí relevantes; y la elaboración hace referencia al número de detalles, que se utilicen para ampliar la información proporcionada en las respuestas.

IX.2.2.- Medida del Pensamiento Crítico

La evaluación del pensamiento crítico, (§ VII.3.2.2.), ha despertado interés en muchas áreas de estudio, incluyendo la militar, la del *management* y de la educación, Fig.9.4.



Fig. 9.4.- Algunos aspectos de lo que implica educar en el pensamiento crítico.

Fuente: Imagen de Elesapiens' Blog, 2014.

Además, se podría argumentar que los test de inteligencia fueron las primeras medidas de pensamiento crítico, ya que trataron de evaluar la capacidad de resolución de problemas, pensamiento lógico, y otras formas de cognición que luego se definirían como pensamiento crítico, Fig.9.5.



Fig.9.5.- Algunas directrices, para enseñar a pensar de forma crítica.

Fuente: aulaPlaneta, 2015.

De hecho, los test de inteligencia e incluso los test estandarizados como el *SAT* (<https://collegereadiness.collegeboard.org/sat>) o el *ACT* (<http://www.act.org/>) se usan a menudo como indicadores para evaluar las habilidades de razonamiento. Estos test son utilizados en algunos procesos de admisión de alumnos de EE.UU., contextualizados en materias como lengua materna, matemáticas o ciencias. Sin embargo, muchos investigadores sostienen que con dichas pruebas se pierden aspectos vitales del pensamiento crítico, como son el juicio psicológico⁴, el razonamiento o la toma de decisiones (Stanovich, 2009).

Muchas de las evaluaciones del pensamiento crítico todavía utilizan formatos de opción múltiple. Uno de los primeros sistemas de evaluación fue el **Test de Cornell** (Ennis, Millman, y Tomko, 2005). Este sistema define el pensamiento crítico como la cognición que ayuda a decidir qué creer o hacer.

El Test de Cornell incluye preguntas de pensamiento crítico en un escenario del mundo real, un escenario consistente que se va recorriendo a lo largo de la evaluación. Las preguntas abordan cinco aspectos del pensamiento crítico: **asunciones, credibilidad, deducción, inducción y observación**. Los *CCTT*⁵ se encuentra entre las evaluaciones de pensamiento crítico más utilizadas (Abrami et al., 2008).

En la actualidad el test ha sido desarrollado en dos niveles:

- 1.- **Nivel X para estudiantes de edades comprendidas entre 9 y 18 años:** contiene 71 preguntas de múltiple opción (1985).
- 2.- **Nivel Z para estudiantes de altas capacidades en la educación secundaria y la universidad:** contiene 52 preguntas de múltiple opción (1985).

⁴ Se entiende que el juicio psicológico es la afirmación o negación de una determinada idea respecto a otra.

⁵ *Cornell Critical Thinking Test*.

La primera versión de los *CCTT* data del año 1964. En esta primera versión el test se podía afrontar desde dos vertientes diferentes. El primer enfoque estaba basado en un razonamiento de clases, mientras que el segundo se basaba en un razonamiento condicional. La principal diferencia entre los dos enfoques se encuentra en la construcción de las frases.

Las sentencias lógicas hacen referencia a los argumentos en los que las unidades básicas son frases. Es decir, frases distintas, a menudo enlazadas o modificadas por conectores lógicos tales como "si", "solo si", "entonces", "y", "o", "no" y "ambos". Estas suelen aparecer sin cambios significativos durante el transcurso del argumento. Cuando el conector es "si", "solo si", "si, y solo si", o cualquier sinónimo de ellos, tenemos lo que se conoce como "sentencia condicional".

Hay que tener en cuenta que la frase, "Si un cuerpo flota, entonces es ligero" significa más o menos lo mismo que "Todos los cuerpos flotantes son ligeros", siendo la última forma una declaración propia de la lógica de clases. Partiendo de estas declaraciones más o menos equivalentes, una persona es libre de utilizar la que prefiera para interpretar la idea de que todos los cuerpos flotantes son ligeros.

Para evaluar la competencia del pensamiento crítico se ha utilizado una de estas dos vertientes iniciales, concretamente la que se corresponde con el **razonamiento condicional**. Las versiones más modernas del test (1985) no están disponibles gratuitamente en la red, por esta razón se ha escogido la de 1964.

Esta versión (Anexo 8) tiene algunas matizaciones con respecto a las más modernas. En este caso el número de *ítems* es de 78 (de los cuales las primeras 6 preguntas se presentan a modo de ejemplo) y están divididas en tres categorías: familiares específicas, simbólicas, y sugestivas. Veamos sintéticamente el alcance de cada una de ellas: La primera versión de los *CCTT* data del año 1964. En esta primera versión el test se podía afrontar desde dos

vertientes diferentes. El primer enfoque estaba basado en un razonamiento de clases, mientras que el segundo se basaba en un razonamiento condicional. La principal diferencia entre los dos enfoques se encuentra en la construcción de las frases.

Las sentencias lógicas hacen referencia a los argumentos en los que las unidades básicas son frases. Es decir, frases distintas, a menudo enlazadas o modificadas por conectores lógicos tales como "si", "solo si", "entonces", "y", "o", "no" y "ambos". Estas suelen aparecer sin cambios significativos durante el transcurso del argumento. Cuando el conector es "si", "solo si", "si, y solo si", o cualquier sinónimo de ellos, tenemos lo que se conoce como "sentencia condicional".

Hay que tener en cuenta que la frase, "Si un cuerpo flota, entonces es ligero" significa más o menos lo mismo que "Todos los cuerpos flotantes son ligeros", siendo la última forma una declaración propia de la lógica de clases. Partiendo de estas declaraciones más o menos equivalentes, una persona es libre de utilizar la que prefiera para interpretar la idea de que todos los cuerpos flotantes son ligeros.

Para evaluar la competencia del pensamiento crítico se ha utilizado una de estas dos vertientes iniciales, concretamente la que se corresponde con el **razonamiento condicional**. Las versiones más modernas del test (1985) no están disponibles gratuitamente en la red, por esta razón se ha escogido la de 1964.

Esta versión (Anexo 8) tiene algunas matizaciones con respecto a las más modernas. En este caso el número de *ítems* es de 78 (de los cuales las primeras 6 preguntas se presentan a modo de ejemplo) y están divididas en tres categorías: familiares específicas, simbólicas, y sugestivas. Veamos sintéticamente el alcance de cada una de ellas:

- **Familiares específicas:** en las cuales el contenido que se menciona utiliza artículos determinados y cualidades, con las que el sujeto ha sido asociado. Sin embargo, no hay sentencias en las cuales el sujeto tenga razones para creer que sean ciertas o falsas, porque los objetos específicos a los que hacen referencia no son conocidos por el sujeto.
- **Simbólicas:** son aquellos en los que los símbolos "x", "A", etc. son usados en posiciones clave, en lugar de términos que hagan referencia a objetos particulares.
- **Sugestivas:** son aquellos en los que el contenido es familiar, pero el verdadero estado de este contenido es conocido por el sujeto. En otras palabras, el verdadero estado de la conclusión es diferente del estado de validez del argumento.

IX.2.3.- Medida de la Colaboración

La primera respuesta a plantearse y a acordar es: cooperación, ¿para qué?, ¿en qué?; luego vendrán el ¿qué? y el ¿cómo? Como consecuencia de la investigación teórica realizada en esta tesis, es el paso previo; aunque aquí interesan fundamentalmente sus herramientas de evaluación⁶. En el caso de esta tesis interesa el 'aprendizaje colaborativo', Fig.9.6., aunque se trata de una competencia que una vez desarrollada trasciende este campo.

⁶ En la sociedad del conocimiento se replantea la relación, y los propios conceptos, de: cooperación y competitividad.



Fig.9.6.- Algunos aspectos del 'aprendizaje colaborativo'

Fuente: Colegio Cristo Rey, Madrid, web.

Una de las dificultades prácticas que surgen para evaluar la competencia de la colaboración es determinar exactamente cuáles son los aspectos que van a ser evaluados, qué es más importante: ¿Los resultados grupales o individuales a partir de la colaboración? o ¿La capacidad individual para trabajar con otros miembros del equipo?

Según Webb (1997), durante mucho tiempo las evaluaciones que hacen referencia a la colaboración estuvieron más interesadas en los resultados individuales o grupales que en la capacidad individual para trabajar con otros miembros del equipo. Últimamente parece ser que se ha invertido la tendencia; posiblemente, una vez más, lo adecuado estará en un equilibrio entre ambas perspectivas.

Otra limitación en la investigación sobre esta competencia reside en sus herramientas de evaluación, debido a la gran cantidad de problemas de la vida

real que son colaborativos, y que a menudo están mal definidos. Esta habilidad o destreza está íntimamente relacionada con la resolución de problemas.

Se está investigando sobre cómo evaluar tanto las habilidades de colaboración de los estudiantes, como los resultados de la **resolución colaborativa de problemas**. Si una rúbrica fuese desarrollada para medir la "buena colaboración", podría ser utilizada para evaluar la calidad de colaboración de los estudiantes.

Lograr colaboración en el binomio enseñanza-aprendizaje, entre aprendedores (estudiantes) y enseñantes (profesores), puede ser difícil de lograr debido a dos razones fundamentales: el poder y el aislamiento. Las relaciones respetuosas, solidarias y de colaboración, que se deben producir en ambos sentidos, son difíciles de construir cuando existe una notable diferencia de poder. Por eso Hurt, Scott, and McCroskey (1978) afirman que: «en una clase, siempre se encuentra presente un cierto grado de poder del profesor», (p. 125).

La segunda dificultad para lograrlo es el aislamiento. La sensación de aislamiento no está limitada exclusivamente a las situaciones que involucran al estudiante y al proceso de enseñanza, sino también a su propio retraimiento en relación con el resto del grupo.

El desarrollo de la **Herramienta de Autoevaluación de la Colaboración (CSAT⁷)** ha sido el resultado directo del análisis detallado de la literatura, a través de distintas disciplinas como el *management*, la salud, la tecnología, la educación, y el posterior reconocimiento de que había poca información disponible, para ayudar a los educadores a entender, evaluar y mejorar las habilidades de colaboración.

Diseñada por el *St. Cloud University Teacher Quality Enhancement Center*, St. Cloud, MN, USA (Centro de Mejora de la Calidad de la Universidad de St. Cloud,

⁷ *Collaborative Self-Assessment Tool*.

St. Cloud) en 2009, la Herramienta de Autoevaluación de la Colaboración (CSAT) ayuda a que los alumnos aprendan más sobre ellos mismos y construyan relaciones fuertes con sus compañeros (Anexo 9). Con esta herramienta los alumnos se evalúan a sí mismos, Fig. 9.7, y cooperan con el profesor en el aprendizaje de compañeros.

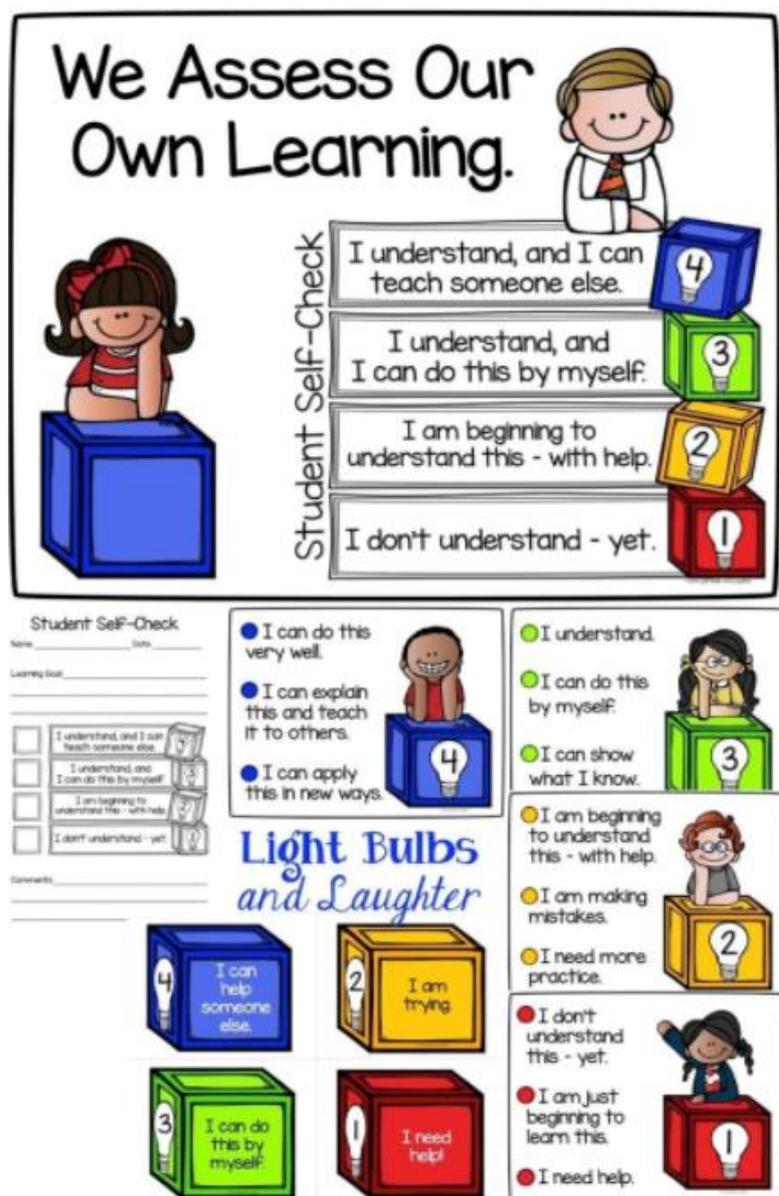


Fig. 9.7.- Un aspecto de la competencia de colaboración.

Fuente: Bloglovin', Pinterest, 2014.

Este Centro ha desarrollado una rúbrica que clasifica cada habilidad identificada, dentro del proceso colaborativo, en un continuo que va desde 1 hasta 4; siendo 1 el nivel más bajo de logro y 4 el nivel más alto. Cada uno de los niveles ofrece una descripción narrativa del mismo.

IX.2.4.- Medida de la Comunicación⁸

Se toma esta competencia no en el sentido de la competencia clave 'competencia lingüística', bien en la lengua materna o en una segunda lengua, sino en el concepto de competencia en la acción comunicativa. N. Chomsky, (Pérez Jiménez, 2013), establecía una distinción entre competencia comunicativa y actuación comunicativa. En este apartado interesa el segundo de los aspectos: el uso real de la lengua en situaciones concretas, la puesta en práctica [con buen fin] de dicho conocimiento.

Se trata, como en el resto de competencias, de una que tiene diferentes categorías y perspectivas: profesor-alumnos, profesor-alumno, alumno-alumnos, alumno-alumno, etc., Fig.9.8.



Fig.9.8.- Aspectos básicos a considerar en la acción comunicativa.

Fuente: J.M. Petisco blog, 8 noviembre 2013.

⁸ Competencia comunicativa.

En relación con esta competencia se aprovecha la oportunidad de adaptar los sistemas de evaluación de la comunicación, que se utilizan en otros campos para aplicarlos en el contexto educativo.

Dwyer et al. (2004), que se considera uno de los estudios pioneros, desarrollaron un sistema para medir el ambiente del aula, el cual es un área de interés para muchos investigadores de la comunicación. El ambiente del aula puede ser entendido en términos generales como el sentimiento de comunidad dentro de una clase o escuela. Los investigadores han examinado el ambiente tanto a nivel individual como a nivel general (es decir, de toda la escuela). Se han estudiado múltiples factores que afectan al ambiente del aula, tales como la personalidad del profesor (Walberg, 1968), las diferencias de género (Hall & Sandler, 1982) y el tamaño de la escuela (Koth, Bradshaw, & Leaf, 2008). J.J. Barr, (2016) ha publicado recientemente un artículo acerca de cómo desarrollar un ambiente positivo en el aula, también en el nivel universitario, en el que precisa bien qué es el 'ambiente en el aula'.

Aunque el **Inventario de Ambiente de Clase Conectada (CCCC⁹)** fue desarrollado para una población universitaria, puede adaptarse para ser utilizado en un aula de Educación Primaria o Secundaria. Esta medida se centra en la interacción entre estudiantes, mientras que otros investigadores han desarrollado medidas centradas en la interacción entre estudiantes y profesores. Por ejemplo, Nadler & Nadler (2001) examinaron las percepciones de los estudiantes sobre los comportamientos dominantes o de apoyo de los profesores en el aula.

Este instrumento fue desarrollado para dar a los profesores una retroalimentación sobre el ambiente que se respira en las clases, con el fin de evaluar cuál de ellos es el más propicio para el aprendizaje. Nadie duda que el

⁹ *Connected Classroom Climate Inventory*

contexto en el que el aprendizaje tiene lugar influye directamente en el tipo y la calidad del aprendizaje que se obtiene.

La mayoría de los profesores trabajan para crear un ambiente de clases conectadas constructivo y positivo. Esta situación deja entrever cuán bueno es un profesor a la hora de cumplir con sus objetivos. Además, el cuestionario *CCC* también puede ser utilizado para darle al profesor información sobre qué tipo de ambiente de clase prefieren sus alumnos.

Conociendo el ambiente que los estudiantes prefieren y conociendo algo sobre su reacción frente al actual, el profesor puede hacerse una idea clara sobre dónde tendría que hacer cambios. Este cuestionario ha sido diseñado para usarse en pequeñas clases, seminarios o cursillos.

El *CCC* representa las percepciones de profesores y estudiantes acerca de la comunicación alumno-alumno ya que contribuye a conseguir un ambiente de clase positivo. Los investigadores defienden que las percepciones positivas de la conexión entre estudiantes, dentro del aula, producen como resultado una percepción positiva del ambiente de clase. Dwyer y compañeros se dieron cuenta de que: «un gran nivel de conexión y comunicación entre alumnos, está relacionado con una percepción positiva del ambiente del aula». Estos resultados ilustran la importancia de alentar a los estudiantes para que establezcan relaciones, unos con otros en un contexto de aprendizaje.

Un aspecto importante, relacionado con esta competencia, es la creación de comunidades de aprendizaje en el aula y fuera de ella; al igual que estas comunidades pueden ser tanto reales como virtuales. Esta comunidad también puede afectar a toda la escuela o colegio, Fig. 9.9.

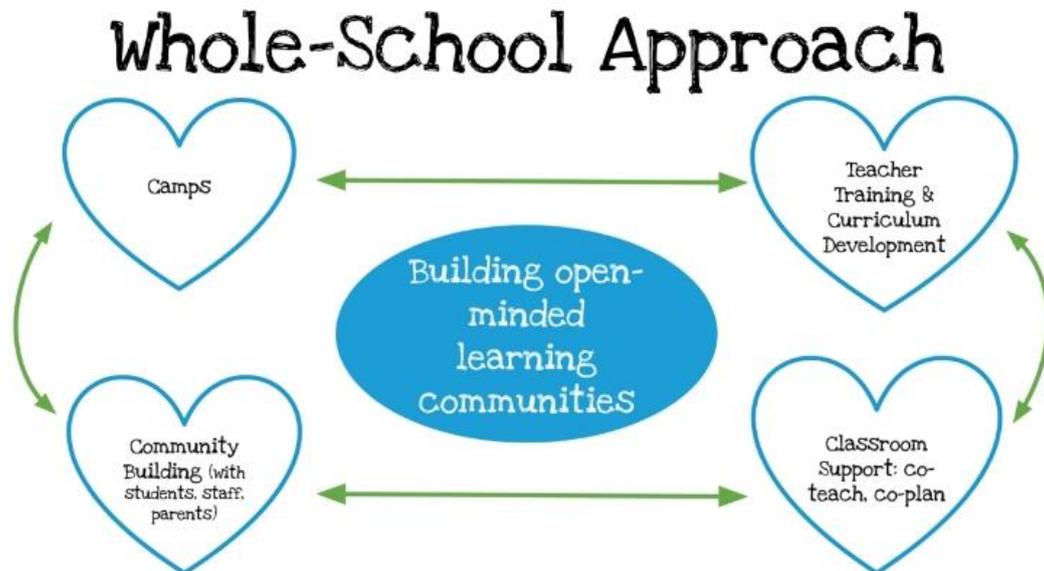


Fig.9.9.- Esquema de una comunidad de aprendizaje (y más) a nivel de toda la escuela.

Fuente: *The Thinking Project*, 2016.

IX.2.5.- Medida de la Resolución Colaborativa de Problemas

Para evaluar habilidades complejas (o megacompetencias) en los contextos educativos, como es este caso, hay que tener en cuenta los diversos dominios del aprendizaje a los que afectan, así como las habilidades descritas y medidas en los apartados anteriores. Esto a veces exige un compromiso entre la aplicación de dichas habilidades en el contexto real y nuestra capacidad para medirlas (Griffin, McGaw y Care, 2012).

Por ejemplo, la resolución colaborativa de problemas puede darse en muchas actividades cotidianas, en las que un grupo tiene que alcanzar una solución para una situación, que en un principio no se sabe cuál es (por eso se habla de 'problema'), y que requiere una comprensión compartida, además de una 'negociación', entre los integrantes del grupo. Lo que estas tareas tienen en común es que suelen estar mal definidas y/o ser ambiguas.

Sin embargo, la evaluación –en el caso de tareas bien definidas¹⁰– permite realizar comparaciones más sencillas; además de comparaciones entre los encargados de resolverlas, proporcionando la base para establecer estándares en la resolución de problemas. El uso de tareas bien definidas puede facilitar una mejora en el procedimiento de resolución colaborativa de problemas, fundamentándose en que los pasos que llevan a una solución determinada pueden ser identificados y seguidos más fácilmente.

Un prototipo de un conjunto de tareas (instrumentos) de evaluación fue desarrollado y propuesto durante el diseño del proyecto *ACT21S*. Dicho prototipo propone una serie de tareas, que muestran cómo la resolución colaborativa de problemas (*CPS*¹¹) podría ser **evaluada en un entorno digital**. Esto supone una oportunidad para percibir cuál es la experiencia de los estudiantes en relación con el hecho digital (§ VI.2.).

Los materiales de evaluación consisten en un conjunto de tres o cuatro actividades colaborativas computarizadas (informatizadas), que deben ser completadas por un estudiante y un compañero. Los *chats* y acciones de los estudiantes en la implementación de dichas actividades son anotadas por el profesor mediante aplicaciones, que guardan la información en una base de datos. Las calificaciones obtenidas en las tareas de colaboración muestran el nivel general de la capacidad de los estudiantes para afrontar resoluciones colaborativas de problemas.

De las cuatro tareas propuestas en el marco *ATC21S* se han **seleccionado las dos primeras** ya que no dependen del contexto, con lo cual, a partir de ellas podemos analizar la presencia de ciertos indicadores que son pertinentes para la presente investigación. Estas herramientas fueron solicitadas a la *ATC21S* sin éxito. Aunque agradecieron el interés, no las cedieron para uso individual, ya

¹⁰ No así las que lo están de forma ambigua.

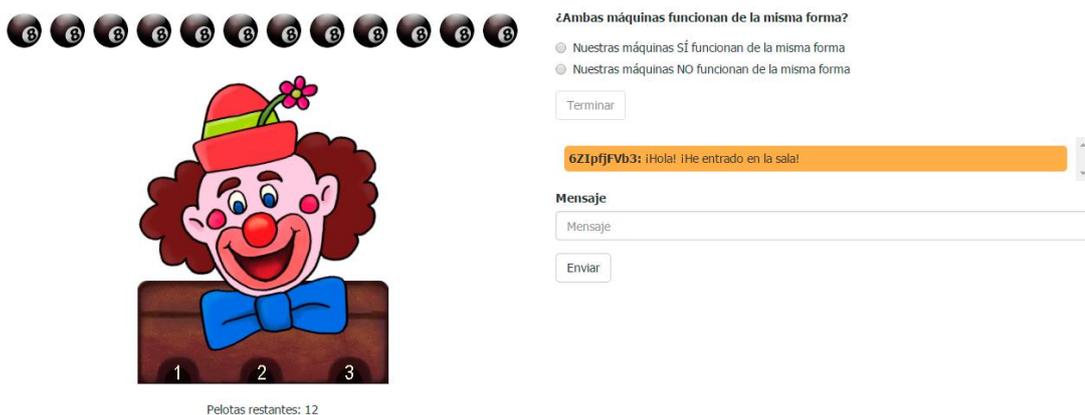
¹¹ *Collaborative Problem Solving*

que su trabajo está enfocado a nivel gubernamental y empresarial. Debido a esta situación se optó por desarrollar dos aplicaciones asíncronas que recogieran la esencia de las aplicaciones originales creadas por la ATC21S.

IX.2.5.1.- Tarea de los payasos risueños

Esta tarea es simétrica y utiliza recursos compartidos (es decir, si un usuario utiliza un recurso, el otro ya no podrá usarlo). En ella se aborda la búsqueda de patrones, compartir recursos, formular reglas y generar conclusiones. Los estudiantes necesitan compartir información y discutir las reglas, así como negociar cuántas bolas debe usar cada uno. Cada jugador dispone de una máquina de payaso y 12 bolas compartidas entre ellos. El objetivo es averiguar si ambas máquinas funcionan de la misma manera. Los participantes tienen que colocar las bolas en la boca del payaso mientras está moviendo su cabeza para descubrir cuál es la regla que determina la dirección hacia la que se dirigen las bolas. Por último, cada estudiante debe indicar si cree que las dos máquinas funcionan del mismo modo o no, Fig 9.10.

Actividad 1



¿Ambas máquinas funcionan de la misma forma?

Nuestras máquinas SÍ funcionan de la misma forma
 Nuestras máquinas NO funcionan de la misma forma

Terminar

6Z1pfjFVb3: ¡Hola! ¡He entrado en la sala!

Mensaje

Enviar

Pelotas restantes: 12

Fig.9.10.- Aspecto visual de la actividad de los payasos risueños.

Fuente: Elaboración propia.

Para esta actividad se han seleccionado y definido los siguientes indicadores, Tabla 9.3.

Tabla 9.3.- Indicadores propuestos para la tarea de los 'payasos risueños'.Fuente: Elaboración propia a partir de *ATC21S*.

Indicador	Descripción
Tener en cuenta a la audiencia	Los estudiantes que poseen buenas habilidades a la hora de ver las cosas desde otra perspectiva serían conscientes del importante papel que juega su compañero en la tarea y de la necesidad de comprender su punto de vista.
Iniciativa de responsabilidad	Toma la responsabilidad el progreso de la tarea grupal.
Manejo de recursos	La capacidad para gestionar los recursos disponibles y que contribuye a la capacidad del estudiante para llevar a cabo la tarea adecuadamente.
Sistematicidad	Implementa posibles soluciones a un problema.
Solución	A pesar de que la competencia no evalúa el éxito o fracaso a la hora de completar la tarea, este factor se mide igualmente.

IX.2.5.2.- Tarea del aceite de oliva

Se trata de una tarea asimétrica donde los estudiantes disponen de diferentes recursos, que tienen que compartir de forma adecuada para concluir la tarea con éxito. Cada jugador dispone de un recurso y debe trabajar en grupo para llenar una jarra con 4 litros de aceite de oliva, Fig. 9.11.

La pantalla de uno de los alumnos, perteneciente a un grupo determinado, contiene una jarra en la que caben 3 litros de aceite, un barril lleno de aceite (de capacidad infinita), un barreño para vaciar la jarra y una tubería que está conectada con la pantalla del otro estudiante de manera virtual. El segundo alumno tiene una jarra de 5 litros, un barreño para vaciar la jarra y el terminal de la tubería que llega desde la pantalla del otro participante.

Actividad 2



Fig. 9.11.- Aspecto visual de la actividad del aceite de oliva.

Fuente: Elaboración propia.

Para esta actividad se han propuesto los siguientes indicadores con su descripción, Tabla 9.4.

Tabla 9.4.- Indicadores propuestos para la tarea del aceite de oliva'.

Fuente: Elaboración propia a partir de *ATC21S*.

Indicador	Descripción
Interacción	La interacción se evalúa mediante la presencia de chat durante una determinada fase de la resolución del problema. Esta situación indica el nivel de interacción entre estudiantes y la importancia atribuida a la colaboración en un proceso concreto.
Causa y efecto	La capacidad para comprender el concepto de causa y efecto a la hora de desarrollar un plan que mejore el éxito de los estudiantes en su tarea.
Reflexión y monitorización de hipótesis	Adapta su razonamiento o las acciones que realiza en base a las circunstancias.
Análisis de problemas	Los estudiantes son capaces de analizar el problema para posteriormente organizar los pasos necesarios para resolverlo.
Relaciones	El estudiante puede representar las relaciones a través de una lista de piezas discretas de información, a través de narrativa, o a través de la formulación de reglas. Cada una de estas representaciones necesita ser comunicable a través de la ventana de chat que forma parte de cada tarea.

Para realizar las evaluaciones finales de los grupos se tuvo en cuenta el número de indicadores diferentes que se encuentran presentes en cada uno de ellos. Para decidir la puntuación de un indicador, que se encuentra presente en una determinada actividad de las dos implementadas, se atendió a los siguientes criterios, Tabla 9.5.

Tabla 9.5.- Criterios de análisis para la puntuación de cada indicador de la competencia 'resolución colaborativa de problemas'.

Fuente: Elaboración propia.

Indicador	Puntuación
Tener en cuenta a la audiencia	Hace caso a las recomendaciones del compañero. Si no hay recomendaciones se asignan 0 puntos. Máximo 2 puntos (uno por cada miembro del grupo).
Iniciativa de responsabilidad	Demuestra iniciativa para hacer el ejercicio. Máximo 2 puntos (uno por cada miembro del grupo).
Manejo de recursos	Si utiliza las bolas de manera más o menos equitativa. Máximo 2 puntos (uno por cada miembro del grupo).
Sistematicidad	Si se organizan para introducir las bolas. Máximo 2 puntos (uno por cada miembro del grupo).
Solución	Si acertaron o fallaron. Máximo 2 puntos (uno por cada miembro del grupo).
Interacción	Presencia del chat con el compañero. Máximo 2 puntos (uno por cada miembro del grupo).
Causa y efecto	Darse cuenta de que cuando la jarra contenga un litro debe ser transferida. 2 puntos.
Reflexión y monitorización de hipótesis	Cuando los tarros no tienen más de 3 o 5 litros más de dos veces. 2 puntos.
Análisis de problemas	Intercambio de información importante durante una secuencia del problema. Máximo 2 puntos (uno por cada miembro del grupo).
Relaciones	Si se ponen de acuerdo en la solución del problema. Máximo 2 puntos (uno por cada miembro del grupo que intente ponerse de acuerdo).

IX.3.- Validación de los instrumentos de evaluación

La validez de las herramientas utilizadas, para medir el nivel de las competencias anteriormente descritas, ya ha sido debatida en estudios anteriores. En el siguiente subapartado se presenta una breve síntesis de algunos de estos estudios, que se han priorizado.

La validez se refiere al grado en el que la evidencia y la teoría apoyan la interpretación de una medida específica o calificación de una prueba. Es decir: los resultados tienen su razón de ser a partir de la teoría con la que se relacionan. La fiabilidad hace referencia a la consistencia entre medidas, lo que podría estar relacionado con el acuerdo entre expertos o la estabilidad de los resultados de los test a lo largo del tiempo.

IX.3.1.- Test de Pensamiento Creativo de Torrance

De acuerdo con los manuales de *TTCT*¹² de 1966 y 1974, los coeficientes de fiabilidad test-retest van desde 0.50 a 0.93, lo cual no es un nivel muy alto. Torrance (1974) indicó que las condiciones motivacionales afectan a la medición del funcionamiento creativo, lo que podría explicar la baja fiabilidad del test-retest. Treffinger (1985) llegó a la conclusión de que, dada la complejidad del pensamiento creativo, el *TTCT* puede ser tomado como una herramienta de razonable fiabilidad para aplicarse en grupos e investigaciones.

Aranguren (2014) demostró la validez del Test de Pensamiento Creativo de Torrance, a partir de una muestra de 465 jóvenes. Partiendo de las investigaciones previas, contrastó los índices de ajuste de seis de los modelos explicativos del *TTCT*, mostrando mejores resultados el propuesto por Kim (2006): $\chi^2 = 10.16$; $gl = 3$; $p < 0.05$; $GFI = 0.99$, $NFI = 0.97$; $AIC = 34.16$ y $RMSEA = 0.07$. El modelo de Kim (2006) distingue un factor **innovador** (caracterizado por la necesidad de ruptura y transformación) y otro **adaptativo** (caracterizado

¹² *Torrance Test of Creative Thinking*

por realizar cambios más graduales, manteniéndose dentro de los paradigmas existentes). Estos dos factores se encuentran incluidos en los postulados propuestos por Torrance (1974).

IX.3.2.- Test de Cornell de Pensamiento Crítico

En cuanto a la fiabilidad, el manual técnico proporciona información sobre su puntuación, señalando que la consistencia de la fiabilidad interna se encuentra en un rango que va desde 0.67 a 0.90 para el modelo X, que es el utilizado en esta actividad de nuestra investigación empírica, en su parte práctica.

Las correlaciones entre el *CCTT* y otros test de pensamiento creativo van desde 0.60 para la evaluación de Lectura Crítica, en estudios sociales; y hasta el 0.50 y 0.41, en el de Razonamiento Lógico y la evaluación Watson-Glaser, respectivamente (Ennis et al., 2005). Las correlaciones entre el *CCTT* y otros constructos van desde 0.74 con la evaluación Otis-Lemon; desde 0.53 con la evaluación verbal de Capacidades Cognitivas Houghton-Mifflin; y 0.52 con la puntuación total del *SAT*¹³. Todos estos valores apoyan la validez de las inferencias extraídas a partir del *CCTT*.

Bangert-Drowns y Bankert (1990) utilizaron 20 estudios sobre pensamiento crítico, para hacer un meta análisis. De estos estudios, cabe destacar que cinco de ellos utilizaron el Test de Pensamiento Crítico de Cornell y diez el test de Watson-Glaser. Los resultados del estudio, a partir de los datos obtenidos, permitieron afirmar que el pensamiento crítico es una competencia de gran valor que debe ser tenida en cuenta en el desarrollo de los individuos.

¹³ *Scholastic Aptitude Test*

IX.3.3.- Herramienta de Autoevaluación de la Colaboración

La Herramienta de Autoevaluación de la Colaboración surge inicialmente como fruto de las investigaciones de la Universidad de St. Cloud, como ya se indicó, para medir el nivel de colaboración en un modelo de co-enseñanza.

Este modelo surgió como necesidad para apoyar al aprendizaje, cuando dos profesores trabajan juntos en la misma aula. La co-enseñanza se define como:

«la situación que se presenta cuando dos profesores que trabajan juntos con un grupo de estudiantes, compartiendo la planificación, la organización, la transmisión de conocimientos y la evaluación, así como el espacio físico. Ambos profesores se involucran de forma activa y están comprometidos en todos los aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje», (Bacharach, N. and Heck, T., 2011).

Esta herramienta también podría utilizarse para medir la colaboración entre el propio grupo de estudiantes. Utilizar el *CSAT* facilita la auto-reflexión y la comunicación sobre los conocimientos adquiridos y los objetivos fijados, en relación con el desarrollo continuo de habilidades de colaboración.

Los estudiantes, si se les proporcionan estrategias específicas y prácticas en el arte de la colaboración, son capaces de dejar atrás aquellos incidentes incómodos que provocan que las cosas no vayan todo lo fluidas que deberían ir. La experiencia docente tiene lugar con la confianza de que los alumnos serán capaces de desenvolverse en un marco de interacciones humanas en constante cambio; lo que es esencial en el mundo de hoy.

Los datos ofrecidos por el estudio de la universidad de St. Cloud indican que los profesores que participaron en la prueba piloto creen que la co-enseñanza, durante la experiencia docente, mejoró sus habilidades de colaboración y comunicación. En las encuestas finales, un 92.5% de los candidatos a maestros (N = 201) y un 93.2% de los profesores que cooperaron (N = 279) respondieron

que el aumento de sus habilidades de colaboración y comunicación supuso un beneficio para el proceso de enseñanza y aprendizaje.

No existen estudios científicos que demuestren la fiabilidad ni validez del test *CSAT*, aunque se trata de un test aceptado y utilizado por distintas instituciones reconocidas internacionalmente, como la Facultad de Educación y Desarrollo Humano de la Universidad de Minesota (EEUU) o el Departamento de Educación de la Universidad de Hope (Holanda). Sus resultados son orientativos y son adecuados para el propósito de nuestra investigación.

IX.3.4.- Inventario del Ambiente en Clase

El cuestionario *CCC* fue aplicado a 197 estudiantes, matriculados en los cursos introductorios de comunicación en la Midwestern University. El alfa de Cronbach para la actitud de los alumnos frente al curso fue de 0.82. Para la actitud hacia la asignatura y el instructor el alfa fue de 0.82 y 0.84 respectivamente. La propuesta para alcanzar los objetivos del curso se mostró fiable ($\alpha = 0.95$), así como la intención de los estudiantes a la hora de continuar con cursos adicionales relacionados con la materia ($\alpha = 0.96$). La fiabilidad general fue de $\alpha = 0.92$.

La escala de 18 ítems contenía un factor primario con un valor propio de 9.24, lo que explica el 51,33% de la varianza. La fiabilidad general de la escala de 18 ítems fue de $\alpha = 0.94$. La puntuación media del CCCI fue de 70.97, con una desviación estándar de 9.91, y un rango de 19 a 90.

Dwyer et al. (2004) sugieren que el Inventario de Ambiente de Clase Conectada es un instrumento válido, fiable y unidimensional para medir las percepciones de los estudiantes en el entorno de una clase, en la cual se sientan socialmente conectados a través de elementos comunes, de un sentido de comunidad, de una preocupación por el resto y de interacciones amistosas, respetuosas y sin prejuicios.

Resumiendo, la investigación sobre el *CCC* ha encontrado que la prueba tiene una fiabilidad global de $\alpha = 0.94$, demostrándose así como un método válido (Dwyer et al., 2004).

No existen muchos precedentes que hagan referencia a la aplicación del *CCC* en enseñanzas no universitarias. Wu M., Wu P. y Tasi (2014) llevaron a cabo una aplicación del cuestionario en alumnos de primer y segundo grado de una escuela secundaria de Taiwán. Los investigadores concluyeron que la percepción de los estudiantes sobre el clima de aula, tiene un efecto positivo en el aprendizaje.

IX.3.5.- Aplicaciones prototipo, diseñadas para la Resolución Colaborativa de Problemas

Las dos aplicaciones prototipo utilizadas para evaluar la competencia de resolución colaborativa de problemas aún se encuentran en fase experimental. No se han encontrado referencias en la literatura, que demuestren su fiabilidad y validez en la parte práctica de la investigación empírica; aunque sí que existen discusiones por parte de los investigadores del proyecto (*ATC21S*) e intentos comparativos entre los resultados obtenidos en distintos países (Australia, Costa Rica, Finlandia, Holanda, Singapur y Estados Unidos) tal como cita el libro *Assessment and Teaching of 21st Century Skills: Methods and Approach* (2012).

A continuación se muestra la Tabla 9.6. con los resultados de las primeras experiencias piloto, que comienzan a arrojar algo de luz sobre este tema abierto. Su objetivo es **mejorar la fiabilidad y validez de las herramientas de evaluación de la competencia de resolución colaborativa de problemas.**

Tabla 9.6.- Índices de fiabilidad de la resolución de la RCP.

Fuente: presentación de Claire Scoular, miembro del Centro de Investigación de Evaluaciones de la Universidad de Melbourne.

	Costa Rica	All other Countries
Mean of Latent Ability (StD Error)	-0.121 (0.021)	0.145 (0.01)
EAP-PV reliability (Similar to Cronbach's alpha)	0.711	0.783
Reliability of Item Separation	0.993	0.999

La validación de las tareas de resolución colaborativa de problemas tiene lugar a lo largo del proceso, a través de actividades conjuntas entre estudiantes y profesores; y luego a través del análisis estadístico de datos codificados y su modelado (es decir, de la identificación de las relaciones entre dichos datos). A partir de las pruebas realizadas por *ATC21S* en los distintos países con los que la organización ha colaborado, y volviendo a tomar como muestra la Tabla 9.6., no hay duda de que **la aproximación funciona**; aunque, es difícil aplicarla a mayor escala debido a los requisitos tecnológicos y el coste temporal que supone la realización de cada actividad. Con el fin de agilizar el proceso de desarrollo de las medidas de resolución colaborativa de problemas y otras habilidades para el siglo XXI, se necesita diseñar una plantilla o modelo de aproximación. Esto hará que las evaluaciones, tanto en su creación como en su codificación, sean más eficientes y también proporcionará a los profesores una visión más clara de los tipos de actividades que pueden presentar a sus estudiantes para mejorar el desarrollo de las habilidades correspondientes.

Griffin y Care (2015), en el proyecto *ATC21S*, han optado por analizar las interacciones entre personas mediante un medio tecnológico. La eficacia y validez de estos enfoques queda aún pendiente de resolver, como línea abierta de investigación.

IX.4.- Procedimiento de implementación

Aunque los estudios experimentales son descritos como estudios ideales para evaluar la efectividad de un programa, en algunos casos los estudios cuasi-experimentales ¹⁴ son más viables o apropiados. Para White y Sabarwal (2014) si no se puede tener un control total de las variables que intervienen en el estudio, lo más conveniente es llevar a cabo un estudio cuasi-experimental, sobre todo si se habla de una evaluación de carácter post-facto (el evento ha ocurrido con anterioridad).

Los estudios experimentales verdaderos (también conocidos como estudios de asignación aleatoria) implican el uso de un sistema aleatorio de selección de los participantes que recibirán un determinado tratamiento; es decir, los que serán parte activa del experimento, frente a los que no han sido seleccionados, y así posteriormente comparar ambos grupos. Solo los estudios experimentales rigurosos pueden concluir de manera definitiva que la aplicación de un programa provoca cambios en los resultados obtenidos para el desarrollo de las competencias en estudio. Campbell (1988) asegura que podemos distinguir estos dos métodos (experimentales y cuasi-experimentales) por la ausencia de asignación aleatoria (selección) de los sujetos que se enfrentan a un experimento determinado.

Un estudio cuasi-experimental podría comparar los resultados, de los individuos que reciben un programa de actividades con los resultados de un grupo similar de individuos que no lo reciben. Este tipo de estudio también podría comparar los resultados de un grupo de individuos, antes y después de su participación en el programa (conocido como diseño pretest/postest). Los estudios cuasi-experimentales contribuyen al debate de causa y efecto, pero, a diferencia de

¹⁴ Una investigación cuasi-experimental es aquella en la que existe una 'exposición', una 'respuesta' y una hipótesis para contrastar, pero no hay aleatorización de los sujetos a los grupos de tratamiento y control, o bien no existe grupo de control propiamente dicho.

los experimentales verdaderos, no pueden concluir con la existencia de dicho enlace. Campbell (1988) concluye que debido a la asignación no aleatoria, el estudio puede llevar a conclusiones erróneas que van en contra del sentido común.

En este, al igual que en toda investigación práctica, hay aspectos a tener en cuenta al planificar e implementar un estudio cuasi-experimental. Un riesgo potencial es la selección de un grupo de control que no sea similar al grupo que recibe un determinado tratamiento. Por ejemplo, si en una investigación cuasi-experimental el grupo de control está más avanzado que el grupo participante, entonces los resultados del programa pueden parecer menos positivos de lo que realmente son. Alternativamente, si algo le sucede al grupo de control, por ejemplo si atienden a otro programa, el valor de la comparación puede ser menos fiable.

Es importante reconocer también que la realización de una comparación entre grupos es algunas veces exigente y costosa; por ejemplo, si los datos de los pre-test se tienen que realizar, tanto para el grupo de control como para el grupo participante. En ese caso, vale la pena considerar si un estudio experimental podría salir más rentable, ya que este tipo de diseño permitiría extraer conclusiones definitivas acerca de si el programa produce cambios en los resultados de sus participantes.

Las características del contexto en el que se han abordado las pruebas para medir el nivel de desarrollo de ciertas competencias han influido de forma notable en el tipo de investigación. Al carecer del tiempo necesario para efectuar una medición de competencias previa y otra posterior a la aplicación de los materiales desarrollados en el capítulo VIII, sumado a la imposibilidad de tener acceso a un grupo de control, se ha tenido que descartar el tipo experimental verdadero.

En esta investigación se ha optado por realizar un estudio cuasi-experimental, ya que al no disponer de un control total sobre todas las variables, es imposible categorizar como experimental. Es importante recordar que se trabaja con individuos y personas, y que no se conocen a priori los resultados. Estos resultados dependen en gran medida de las características de cada individuo participante en el estudio. Por esta misma razón, los resultados no podrán ser extrapolados a contextos diferentes.

A continuación, se explica el procedimiento con el que se aplicaron las distintas herramientas de evaluación para las diferentes competencias seleccionadas. Algunos de estos procedimientos han sido adaptados al contexto concreto del presente estudio de campo, ya que realmente

no se ha buscado evaluar el nivel concreto de cada competencia priorizada, sino su vinculación con los materiales para el desarrollo del pensamiento computacional.

IX.4.1.- Procedimiento para la evaluación de la Creatividad

Para evaluar a los alumnos se necesita un conjunto de fichas con cada una de las actividades, un trozo de papel verde con forma de huevo, pegamento, lápiz, lápices de colores, rotuladores, ceras etc.

Los alumnos que reciben las fichas tienen que completar la información personal que se les solicita en la portada de las mismas. Luego se les entrega el papel verde.

En la **primera actividad**, los alumnos deben pensar en un dibujo que puedan realizar utilizando el trozo de papel. Su misión es pegar el papel sobre la primera página de las fichas e intentar dibujar algo bonito y único. Pueden añadir ideas extra que aporten información a la historia del dibujo. Es importante recalcar la necesidad de ponerle un título a su creación.

El trozo de papel debe ser la parte más importante del dibujo, **el objetivo es darle un uso concreto a algo que en un principio no lo tenía**. Hay que hacer especial hincapié en la necesidad de que las respuestas sean originales, además de recordarles que tienen la posibilidad de utilizar lápices de colores y otros recursos.

Esta primera actividad dura 10 minutos; cuando falte un minuto para que finalice el tiempo, hay que recordarles la importancia de que el dibujo tenga un título. En ningún momento hay que hacer referencia al trozo de papel verde como huevo o elipse, para no condicionar las respuestas de los alumnos. Las habilidades que se valoran en la primera actividad son: **originalidad y elaboración**.

En la **segunda actividad** los alumnos deben completar los dibujos que se encuentran ya empezados. Pueden crear cualquier cosa, a partir de las líneas que ya hay dibujadas; pero es importante que los dibujos cuenten una historia o relato (*storytelling*). Los **trazos, que ya hay en las fichas, tienen que ser la parte más importante de cada dibujo**, sin olvidar que hay que terminar poniéndole un título a cada uno de ellos.

También pueden utilizar colores para realizar esta actividad. El tiempo de aplicación es de 10 minutos; nuevamente, cuando falte un minuto, hay que recordarles que deben poner el título a cada dibujo que hayan hecho. Las habilidades que se valoran son: **fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración**.

La **tercera actividad**, por último, hace especial hincapié en la fluidez. Los alumnos encontrarán hasta **treinta cuadrados con dos líneas paralelas en su interior**. Al igual que en la actividad anterior **deben realizar un dibujo a partir de estas**, considerándolas nuevamente como **la parte más importante del mismo**.

El objetivo es realizar el máximo número posible de dibujos utilizando, si así lo quisiera cada alumno, lápices de colores o alguna otra herramienta de

decoración. El tiempo de aplicación vuelve a ser de 10 minutos; y hay que avisar un minuto antes de que se cumpla el tiempo de la necesidad de que todas las creaciones tengan título. Las habilidades que se valoran, en esta actividad, son: **fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración.**

No se puede permitir que los alumnos continúen dibujando o pintando una vez que el tiempo se haya agotado.

IX.4.2.- Procedimiento para la evaluación del Pensamiento Crítico

El *CCTT* es un test de respuesta múltiple formado por 78 apartados que deben ser completado en 50 minutos. Todas las hojas de respuestas deben ser recogidas, incluso si los estudiantes no han terminado de responder. En esta investigación, el **test fue transformado en una versión digital del mismo para la plataforma Moodle**. Seis de las preguntas son ejemplos, y las otras 72 son las que deben trabajar los alumnos. Cada pregunta tiene tres respuestas posibles, A, B y C. A cada apartado que se responda correctamente se le asigna un punto. En este estudio, la puntuación total de los individuos se utiliza como **medida para evaluar su capacidad de pensamiento crítico**; es decir, una mayor puntuación indicaría una mayor capacidad.

Los apartados del 7 al 78 se dividen en dos partes (aunque no se le informa al estudiante de este hecho). La primera parte contiene los grupos de preguntas correspondientes a las seis estructuras más sencillas. La segunda parte contiene los grupos de las estructuras más difíciles. Por lo tanto, podría ser utilizado el test hasta la mitad, para utilizarlo con los niños más pequeños (aunque este no haya sido el caso).

Las preguntas han sido ordenadas de modo que no hay dos de ellas seguidas que pertenezcan al mismo grupo, de modo que la distribución de las respuestas resulta bastante aleatoria para los participantes. Para no distorsionar las puntuaciones obtenidas, debido a posibles deficiencias en el conocimiento del

idioma inglés, la prueba administrada se ha traducido del idioma original (inglés) a la lengua nativa de los estudiantes (español).

IX.4.3.- Procedimiento para la evaluación de la Colaboración

Los estudiantes reciben una rúbrica de autoevaluación (Anexo 9), que deben completar en 10 minutos. Esta rúbrica está formada por 11 ítems que responden a las categorías objeto de estudio: 'contribución, motivación/participación, calidad del trabajo, gestión del tiempo, apoyo de equipo, preparación, resolución de problemas, dinámicas de grupo, interacción con otros, flexibilidad de roles y reflexión'.

Cada una de estas categorías puede incluirse en uno de los 4 niveles posibles que ofrece. Además, los alumnos podrán explicar la razón por la que han seleccionado un nivel determinado en cada categoría, ofreciendo una vertiente cualitativa a un test que en principio podría tomarse como exclusivamente cuantitativo.

Para dar respuesta a las preguntas formuladas al comienzo del estudio, no se han utilizado las aportaciones de carácter abierto debido a que el objetivo de la tesis es simplemente demostrar si existe algún tipo de enlace entre el desarrollo de las competencias y el aprendizaje del Pensamiento Computacional mediante el material creado a partir del Capítulo VIII. Las instrucciones que los alumnos siguieron a la hora de realizar el *CSAT* fueron las siguientes:

1. Piensa en un esfuerzo colaborativo en el que te hayas involucrado.
2. Lee con cuidado los cuatro descriptores de cada categoría e identifica con honestidad el nivel en el que te encuentras. Si no estás seguro del significado de una palabra o frase, trata de definirlo de la manera en la que tenga más sentido para ti.

3. Tu puntuación en cada categoría reflejará en qué nivel te encuentras hoy, no dónde quieres estar o dónde crees que los demás piensan que estás. No hay respuestas correctas ni incorrectas.
4. Utiliza el cuadro de explicación que se encuentra al final de cada categoría para escribir los pensamientos sobre la razón de tu elección.
5. Cuando hayas completado la evaluación, suma el total de puntos.

Como nota adicional, cabe destacar que el test fue **traducido al español y adaptado a una versión digital** que calculaba las puntuaciones automáticamente gracias a las posibilidades ofrecidas por el entorno virtual de aprendizaje *Moodle*.

IX.4.4.- Procedimiento para la evaluación de la Comunicación

Para presentarles y aplicar el *CCC*, se distribuyen copias del cuestionario entre todos los estudiantes y se les explica por qué es interesante obtener dicha información y para qué se van a utilizar los resultados.

También sería posible utilizar el cuestionario para obtener información sobre el ambiente que los alumnos prefieren. Sólo hay que cambiar las instrucciones por: 'El propósito de este cuestionario es averiguar cuáles son tus opiniones sobre tu ambiente de clase preferido'. También habría que cambiar las descripciones de las escalas para que hagan referencia al ambiente o 'clima' preferido por los estudiantes. Al igual que con otros cuestionarios, con este conjunto de ítems se podrían realizar comparaciones muy interesantes si el profesor también completa el cuestionario.

Los estudiantes de todas las clases y niveles reciben una cantidad ilimitada de tiempo para completar el *CCC*; sin embargo, nadie suele tardar más de diez minutos en completar la tarea. El número de preguntas que tiene el cuestionario es de 18, y las posibles respuestas son: 'fuertemente de acuerdo, de acuerdo, indeciso, en desacuerdo o fuertemente en desacuerdo'.

Nuevamente, **el test fue traducido al español y convertido en una versión digital** compatible con la plataforma virtual de aprendizaje *Moodle*.

IX.4.5.- Procedimiento para la evaluación de la competencia Resolución Colaborativa de Problemas

Para llevar a cabo la medida de la competencia de resolución colaborativa de problemas (*CPS*) se utilizaron dos aplicaciones web desarrolladas por el investigador y basadas en las propuestas por la *ATC21S* en su proyecto.

Los alumnos debían, en primer lugar, cumplimentar sus datos personales, para poderlos identificar posteriormente en el análisis estadístico. Al tratarse de aplicaciones colaborativas, cada vez que un alumno accede con sus datos personales a una de ellas, se crea una sala de trabajo virtual que permanece a la espera de que llegue un segundo alumno.

El acceso a las distintas salas se genera de forma aleatoria. Los alumnos no saben quién es su compañero de sala y no se les permite comunicarse verbalmente entre ellos. Cada tarea tiene una duración máxima de 20 minutos. La totalidad de los alumnos, prácticamente, terminan ambas actividades dentro del tiempo establecido.

La aplicación guarda los registros sobre el proceso que los alumnos siguen, para resolver cada problema. Estos registros facilitan que el profesor pueda identificar la presencia de los indicadores mencionados en el apartado de instrumentos.

El investigador debe analizar presencialmente los indicadores; es decir, debe anotar manualmente si los alumnos hacen uso de determinadas habilidades cognitivas o sociales que se encuentran presentes en las tablas 7.3 y 7.4 respectivamente y que no pueden ser recogidas directamente por la aplicación prototipo que se ha programado a partir de las ideas de *ATC21S*. Existen situaciones que el programa tal y como ha sido creado no es capaz de detectar

ya que inicialmente la idea original fue desarrollada para trabajar de forma telemática (sin que los alumnos tengan que estar en el mismo lugar), utilizando algoritmos sencillos y de carácter cuantitativo. Por esta razón, al estar los sujetos del experimento en la misma sala, por ejemplo, el indicador de interacción podría no estar reflejado en la base de datos (escrita) del programa, pero sí haberse dado de manera verbal. Cada uno de los indicadores obtiene hasta un máximo de 2 puntos; los resultados de las actividades se analizan por separado. Por lo tanto, cada grupo puede sacar en cada actividad un máximo de 10 puntos.

IX.5.- Resultados

Una vez obtenidos los resultados empíricos, tras haber aplicado los instrumentos de evaluación descritos en un apartado anterior, se ha procedido a buscar y utilizar las técnicas estadísticas que mejor se ajusten al caso estudiado.

El software estadístico seleccionado es *IBM SPSS Statistics*, un software centrado en el análisis de datos, y que es ampliamente aceptado y validado por toda la comunidad investigadora. Como cualquier herramienta, no sirve de nada sin una base teórica acerca de la misma. Por eso, a continuación, Tabla 9.7., se recuerdan a los criterios estadísticos con los que alcanzar una interpretación válida de los resultados, permitiendo así contestar a las preguntas efectuadas (§VII.1.2.), contrastar hipótesis y generar inferencias.

Tabla 9.7.- Criterios estadísticos para la evaluación de datos cuantitativos.

Fuente: Varela López, A. Tekeduca, video, 2013.

Variable independiente \ Variable dependiente		Pruebas no paramétricas			Pruebas paramétricas
		Nominal dicotómica	Nominal politómica	Ordinal	Numérica
Estudio Transversal Muestras independientes	Un grupo	X ² Bondad de ajuste Binomial	X ² Bondad de ajuste	X ² Bondad de ajuste	T de Student (una muestra)
	Dos grupos	X ² Bondad de ajuste Corrección de Yates Test exacto de Fisher	X ² de Homogeneidad	U Mann-Whitney	T de Student (muestras independientes)
	Más de dos grupos	X ² Bondad de ajuste	X ² Bondad de ajuste	H Kruskal-Wallis	ANOVA con un factor INTERsujetos
Estudio Longitudinal Muestras relacionadas	Dos medidas	McNemar	Q de Cochran	Wilcoxon	T de Student (muestras relacionadas)
	Más de dos medidas	Q de Cochran	Q de Cochran	Friedman	ANOVA para medidas repetidas (INTRAsujetos)

Las muestras del estudio de nuestro caso son **independientes**, ya que las variables se miden de una en una y sólo tenemos dos grupos para contrastar los datos. Los datos de la variable dependiente son numéricos (puntuación obtenida en una competencia concreta), aunque podrían ser tratados también como variables ordinales si la situación lo requiriese. En este último caso, habrá que utilizar la prueba análoga de tendencia central (no paramétrica).

Hay que recordar que el análisis se ha llevado a cabo desde dos enfoques diferentes. Un primer enfoque centrado en el **género** del alumnado y un segundo enfoque centrado en las **calificaciones**.

IX.5.1.- Enfoque basado en el género

En este caso, la muestra de alumnos que ha realizado cada prueba se ha dividido en dos grupos, para comprobar si realmente existen diferencias entre el nivel de desarrollo de las competencias, dependiendo del género de los individuos. Se han establecido un par de hipótesis estadísticas¹⁵ para cada competencia (Buendía, Colás y Hernández, (1997)).

Las hipótesis estadísticas pueden enunciarse de dos formas:

La hipótesis nula,

se representa con H_0 , es la afirmación de uno o más valores exactos para parámetros poblacionales. La H_0 no siempre refleja las expectativas del investigador. Sin embargo, muchos investigadores la utilizan debido a que puede expresar una diferencia o relación entre variables.

La hipótesis alterna,

se representa por H_1 , ya que establece la relación entre variables o la diferencia entre los tratamientos experimentales. La H_1 es la afirmación (expresada en la hipótesis de investigación) que el investigador espera apoyar, aunque su verdad no pueda demostrarse. La H_1 es la alternativa a la H_0 . Juntas forman la serie de probabilidades lógicas para las relaciones bajo estudio.

El proceso de elegir entre el enunciado H_0 y H_1 se conoce como **comprobación de hipótesis**.

¹⁵ Son supuestos que el investigador establece acerca de uno o más parámetros poblacionales y que necesitan ser verificados, su comprobación se realiza sometiéndola a una prueba de significación estadística.

Estas hipótesis aparecen reflejadas en los siguientes subapartados. A partir de dichas hipótesis se pretende dar respuesta a las preguntas formuladas en (§VII.1.2.).

IX.5.1.1.- Resultados para cada una de las competencias del #5c21

A.- Resultados para la competencia Creatividad por género:

En este caso se ha utilizado el *Torrance Test of Creative Thinking (TTCT)*, (§ IX.3.1.). Para las dos hipótesis estadísticas establecidas se han obtenido los siguientes resultados:

H₀: No existen diferencias ‘significativas’ entre la media del nivel de desarrollo de la competencia, evaluada con el test *TTCT*, del grupo formado por chicas con respecto a la media del grupo formado por chicos.

H₁: Existen diferencias ‘significativas’ entre la media del nivel de desarrollo de la competencia, evaluada con el test *TTCT*, del grupo formado por chicas con respecto a la media del grupo formado por chicos.

A estos resultados se ha llegado (y por lo tanto, se justifican) mediante los cálculos que figuran en las tablas siguientes, aplicando las relaciones y condicionantes estadísticas correspondientes, (Buendía, Colás y Hernández, (1997)), al Test de Torrance, Tabla 9.8.:

Tabla 9.8.- Resultados de tendencia central del Test de Torrance de Pensamiento Creativo (género).

Fuente: Elaboración propia

Estadísticas de grupo

	Género	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
TTC T	Hombre	33	148,33	35,080	6,107
	Mujer	31	151,00	41,604	7,472

Hay que comprobar si la variable aleatoria se distribuye normalmente; como la muestra es menor de 50, en ambos casos, es necesario fijarse en la **prueba de Shapiro-Wilk**, Tabla 9.9.:

Tabla 9.9.- Pruebas de normalidad del Test de Torrance de Pensamiento Creativo (género).

Fuente: Elaboración propia

Pruebas de normalidad

	Género	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TTC T	Hombre	,095	33	,200	,974	33	,590
	Mujer	,112	31	,200	,960	31	,292

Normalidad		
p-valor (Chicos) = 0.590	>	$\alpha = 0.05$
p-valor (Chicas) = 0.292	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión		
La variable correspondiente al nivel de la competencia de creatividad se distribuye normalmente en ambos grupos.		

A continuación se calcula la varianza, aplicando la **Prueba de Levene**, Tabla 9.10:

Tabla 9.10.- Pruebas de varianza del Test de Torrance de Pensamiento Creativo (género).

Fuente: Elaboración propia.

Prueba de muestras independientes						
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		t	gl	Sig. (bilateral)
		F	Sig.			
TTCT	Se asumen varianzas iguales	1,719	,195	-,278	62	,782
	No se asumen varianzas iguales			-,276	58,846	,783

Igualdad de Varianza		
p-valor = 0.195	>	α = 0.05
Conclusión		
Las varianzas son iguales .		

Como la prueba de Levene ha mostrado que **las varianzas son iguales**, se toma como referencia el nivel de significación que hay en la primera posición de la tabla (*se ‘asumen varianzas iguales’*). A continuación se aplica la **Prueba p-valor** del Test de Torrance, Tabla 9.11.:

Tabla 9.11.- Pruebas p-valor del Test de Torrance de Pensamiento Creativo (género).

Fuente: Elaboración propia.

P-valor de la prueba		
p-valor = 0.782	>	α = 0.05
Conclusión final		
No hay evidencia suficiente para rechazar la ‘hipótesis nula’ del estudio, por lo tanto, se acepta : No existen diferencias ‘significativas’ entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test TTCT del grupo formado por chicas con respecto a la media del grupo formado por chicos.		

B.- Resultados para la competencia Pensamiento Crítico por género:

En este caso se ha utilizado el *Cornell Critical Thinking Test (CCTT)*, (§ IX.3.2.). Para las dos hipótesis estadísticas establecidas se han obtenido los siguientes resultados:

H₀: No existen diferencias ‘significativas’ entre la media del nivel de desarrollo de la competencia, evaluada con el test *CCTT*, del grupo formado por chicas con respecto a la media del grupo formado por chicos.

H₁: Existen diferencias ‘significativas’ entre la media del nivel de desarrollo de la competencia, evaluada con el test *CCTT*, del grupo formado por chicas con respecto a la media del grupo formado por chicos.

A estos resultados se ha llegado (y por lo tanto, se justifican) mediante los cálculos que figuran en las tablas siguientes, aplicando las relaciones y condicionantes estadísticas correspondientes, (Buendía, Colás y Hernández, (1997)), al Test de Cornell de Pensamiento Crítico, Tabla 9.12:

Tabla 9.12.- Resultados de tendencia central del Test de *Cornell* de Pensamiento Crítico (género).

Fuente: Elaboración propia.

Estadísticas de grupo

	Género	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
CCTT	Hombre	41	40,46	6,584	1,028
	Mujer	35	41,69	6,163	1,042

Hay que comprobar -nuevamente- si la variable aleatoria se distribuye normalmente; como la muestra es menor de 50, en ambos casos, es necesario fijarse en la **prueba de Shapiro-Wilk**, Tabla 9.13.:

Tabla 9.13.- Pruebas de normalidad del Test de *Cornell* de Pensamiento Crítico (género).

Fuente: Elaboración propia.

Pruebas de normalidad							
	Género	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CCTT	Hombre	,142	41	,036	,968	41	,303
	Mujer	,120	35	,200	,980	35	,758

Normalidad		
p-valor (Chicos) = 0.303	>	$\alpha = 0.05$
p-valor (Chicas) = 0.758	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión		
La variable correspondiente al nivel de la competencia pensamiento crítico , sigue una distribución normal para ambos grupos.		

A continuación se calcula la varianza, aplicando la **Prueba de Levene**, Tabla 9.14:

Tabla 9.14.- Pruebas de varianza del Test de *Cornell* de Pensamiento Crítico (género).

Fuente: Elaboración propia.

Prueba de muestras independientes						
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		t	gl	Sig. (bilateral)
		F	Sig.			
CCTT	Se asumen varianzas iguales	,485	,488	-,831	74	,409
	No se asumen varianzas iguales			-,835	73,346	,406

Igualdad de Varianza		
p-valor = 0.488	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión		
Las varianzas son iguales.		

Como la prueba de Levene ha mostrado que **las varianzas son iguales**, se toma como referencia el nivel de significación que hay en la primera posición de la tabla (se 'asumen varianzas iguales'). A continuación se aplica la **Prueba *p*-valor** al Test de *Cornell*, Tabla 9.15:

Tabla 9.15.- Pruebas P-valor del Test de *Cornell* de Pensamiento Crítico (género).

Fuente: Elaboración propia.

P-valor de la prueba		
p-valor = 0.409	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión final		
No hay evidencia suficiente para rechazar la 'hipótesis nula' del estudio, por lo tanto, se acepta		
No existen diferencias 'significativas' entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test <i>CCTT</i> , del grupo formado por chicas con respecto a la media del grupo formado por chicos.		

C.- Resultados para la competencia Colaboración por género:

En este caso se ha utilizado el *Colaboration Self-Assessment Test (CSAT)* (§ IX.3.3.). Para las dos hipótesis estadísticas establecidas, se han obtenido los siguientes resultados:

H₀: **No existen** diferencias 'significativas' entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test *CSAT* del grupo formado por chicas con respecto a la media del grupo formado por chicos.

H₁: **Existen** diferencias 'significativas' entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test *CSAT* del grupo formado por chicas con respecto a la media del grupo formado por chicos.

A estos resultados se ha llegado (y por lo tanto, se justifican) mediante los cálculos que figuran en las tablas siguientes, aplicando las relaciones y

condicionantes estadísticas correspondientes, (Buendía, Colás y Hernández, (1997)), a la Herramienta de Autoevaluación de la Colaboración, Tabla 9.16.:

Tabla 9.16.- Resultados de tendencia central de la Herramienta de Autoevaluación de la Colaboración (género).

Fuente: Elaboración propia.

	Género	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
CSAT	Hombre	38	35,08	4,232	,687
	Mujer	33	34,91	4,578	,797

Hay que comprobar si la variable aleatoria se distribuye normalmente; como la muestra es menor de 50, en ambos casos, es necesario fijarse –de nuevo- en la **prueba de Shapiro-Wilk**, Tabla 9.17.:

Tabla 9.17.- Pruebas de normalidad de la Herramienta de Autoevaluación de la Colaboración (género).

Fuente: Elaboración propia.

	Género	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CSAT	Hombre	,112	38	,200	,968	38	,348
	Mujer	,111	33	,200	,927	33	,029

Normalidad		
p-valor (Chicos) = 0.348	>	$\alpha = 0.05$
p-valor (Chicas) = 0.029	<	$\alpha = 0.05$
Conclusión		
La variable correspondiente al nivel de la competencia de Colaboración NO se distribuye normalmente en ambos grupos. Por lo tanto NO se puede utilizar la prueba T de Student para comprobar la hipótesis. Hay que utilizar la prueba U de Mann-Whitney .		

Prueba U de Mann-Whitney, para variables que no siguen una distribución normal, Tabla 9.18.:

Tabla 9.18.- Prueba U de Mann-Whitney de la Herramienta de Autoevaluación de la Colaboración (género).

Fuente: Elaboración propia.

Rangos				
	Género	N	Rango promedio	Suma de rangos
CSAT	Hombre	38	36,18	1375,00
	Mujer	33	35,79	1181,00
	Total	71		

Estadísticos de prueba ^a	
	CSAT
U de Mann-Whitney	620,000
W de Wilcoxon	1181,000
Z	-,081
Sig. asintótica (bilateral)	,935

a. Variable de agrupación: Género

A continuación aparece el *p-valor* correspondiente a la herramienta de Autoevaluación de la Colaboración (para la variable de agrupación género), Tabla 9.19.:

Tabla 9.19.- Pruebas P-valor de Test de la Herramienta de Autoevaluación de la Colaboración (género).

Fuente: Elaboración propia.

P-valor de la prueba		
p-valor = 0.935	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión final		
No hay evidencia suficiente para rechazar la 'hipótesis nula' del estudio, por lo tanto, se acepta .		
No existen diferencias 'significativas' entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test <i>CSAT</i> , del grupo formado por chicas con respecto a la media del grupo formado por chicos.		

D.- Resultados para la competencia Comunicación por género:

En este caso se ha utilizado el *Connected Classroom Climate Inventory (CCCI)* (§ IX.3.4.). Para las dos hipótesis estadísticas establecidas se han obtenido los siguientes resultados:

H₀: No existen diferencias ‘significativas’ entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test *CCCI* del grupo formado por chicas con respecto a la media del grupo formado por chicos.

H₁: Existen diferencias ‘significativas’ entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test *CCCI* del grupo formado por chicas con respecto a la media del grupo formado por chicos.

A estos resultados se ha llegado (y por lo tanto, se justifican) mediante los cálculos que figuran en las tablas siguientes, aplicando las relaciones y condicionantes estadísticas correspondientes, (Buendía, Colás y Hernández, (1997)), al Inventario de Ambiente de Clase Conectada, Tabla 9.20.:

Tabla 9.20.- Resultados de tendencia central del Inventario de Ambiente en la Clase (género).
Fuente: Elaboración propia.

Estadísticas de grupo					
	Género	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
CCCI	Hombre	37	70,19	9,504	1,562
	Mujer	33	69,27	8,942	1,557

A continuación hay que comprobar si la variable aleatoria presenta una distribución normal; como la muestra es menor de 50, en ambos casos, hay que aplicar la **prueba de Shapiro-Wilk**, Tabla 9.21.:

Tabla 9.21.- Pruebas para comprobar si los datos obtenidos en la aplicación del Inventario de Ambiente en Clase (género) presentan una distribución normal.

Fuente: Elaboración propia.

Pruebas de normalidad							
	Género	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CCCI	Hombre	,153	37	,029	,950	37	,098
	Mujer	,126	33	,200	,959	33	,239

Normalidad		
p-valor (Chicos) = 0.098	>	$\alpha = 0.05$
p-valor (Chicas) = 0.239	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión		
La variable correspondiente al nivel de la competencia de Comunicación se distribuye normalmente en ambos grupos.		

A continuación se calculan las varianzas de este instrumento, Tabla 9.22.:

Tabla 9.22.- Pruebas de varianza del Inventario de Ambiente en Clase (género).

Fuente: Elaboración propia.

Prueba de muestras independientes						
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		t	gl	Sig. (bilateral)
		F	Sig.			
CCCI	Se asumen varianzas iguales	,194	,661	,414	68	,680
	No se asumen varianzas iguales			,416	67,794	,679

Igualdad de Varianza		
p-valor = 0.661	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión		
Las varianzas son iguales.		

Como la prueba de Levene ha mostrado que **las varianzas son iguales**, se toma como referencia el nivel de significación que hay en la primera posición de la tabla (*se 'asumen varianzas iguales'*). A continuación se aplica la **Prueba *p*-valor** al Inventario de Ambiente en Clase, Tabla 9.23.:

Tabla 9.23.- Pruebas P-valor del Inventario de Ambiente en Clase (género).

Fuente: Elaboración propia.

P-valor de la prueba		
p-valor = 0.680	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión final		
No hay evidencia suficiente para rechazar la 'hipótesis nula' del estudio, por lo tanto, se acepta :		
No existen diferencias 'significativas' entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test <i>CCC</i> /del grupo formado por chicas con respecto a la media del grupo formado por chicos.		

E.- Resultados para la competencia Resolución Colaborativa de Problemas (RCP) por género

Esta competencia no ha sido evaluada tomando como referencia el género por la siguiente razón: las aplicaciones prototipo desarrolladas para utilizarse de manera síncrona requieren de dos estudiantes por cada grupo de trabajo. Las propias características de dichas herramientas imposibilitan la selección no aleatoria de los miembros de cada grupo participante, por esta razón ha sido imposible distinguir entre grupos de género femenino y grupos de género masculino. La Resolución Colaborativa de Problemas (RCP) se evaluará en el enfoque basado en calificaciones.

IX.5.2.- Enfoque basado en las calificaciones

El segundo enfoque corresponde al análisis de las competencias según el **grupo de calificaciones obtenidas en la asignatura**, tras aplicar una primera aproximación de las herramientas generadas en el Capítulo VIII (en sus versiones previas) para desarrollar el Pensamiento Computacional.

Para llevar a cabo un análisis del nivel de desarrollo de cada competencia, se han ordenado los alumnos según la nota obtenida. Luego se han seleccionado las 15 mejores y las 15 peores, creando de este modo dos grupos para el contraste. Este análisis ha sido posible con las unidades de creatividad, pensamiento crítico, colaboración y comunicación.

Éste análisis no se ha podido aplicar de ese modo a la competencia de resolución colaborativa de problemas. Al haberse realizado en parejas, requiere de un tratamiento especial. La búsqueda de indicadores supone un proceso conjunto y no es posible ni viable separar a cada miembro del equipo. Por eso, y para mantener dos grupos de contraste bien diferenciados, en vez de tomar 15 elementos para cada grupo, se han escogido 10 (lo cual supone 20 estudiantes por grupo de contraste). Para poder seguir el mismo proceso que con el resto de competencias, hubiese sido necesario que los grupos de estudiantes fuesen todos del mismo género (dos chicas o dos chicos).

Como estas dos últimas pruebas (la Tarea de los Payasos y la Tarea del Aceite de Oliva) han sido medidas según las parejas formadas, para establecer el orden de las calificaciones obtenidas lo que se ha hecho es sumar las notas de los miembros del grupo y luego dividir el resultado de la suma entre 2 (es decir, calcular la media). Una vez obtenida la calificación media de cada grupo, se ha procedido a ordenarlos atendiendo a ella. El tratamiento posterior ha sido idéntico al del resto de unidades de análisis. Al encontrarnos en una investigación de carácter exploratorio, no se han encontrado antecedentes que hayan tratado de vincular el resultado de una competencia con la calificación obtenida en un área determinada (Pensamiento Computacional). Esta tesis forma parte de los primeros pasos que se dan en el ámbito al que se viene haciendo referencia.

De forma sintética, sin comentarios que no aporten nuevo valor, se relacionarán el conjunto de tablas obtenidas para este caso, fijándonos sobre todo en el caso de la competencia resolución colaborativa de problemas.

IX.5.2.1.- Resultados para cada una de las competencias del #5c21

A'.- Resultados para la competencia Creatividad por calificaciones

Resultados obtenidos para las dos hipótesis estadísticas:

H₀: No existen diferencias 'significativas' entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test *TTCS* del grupo formado por las 15 mejores notas con respecto a la media del grupo formado por las 15 peores notas.

H₁: Existen diferencias 'significativas' entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test *TTCT* del grupo formado por las 15 mejores notas con respecto a la media del grupo formado por las 15 peores notas.

A estos resultados se ha llegado (y por lo tanto, se justifican) mediante los cálculos que figuran en las tablas siguientes, aplicando las relaciones y condicionantes estadísticas correspondientes, (Buendía, Colás y Hernández, (1997)), al Test de Torrance de Pensamiento Creativo, Tabla 9.24.:

Tabla 9.24.- Resultados de tendencia central del Test de Torrance de Pensamiento Creativo (calificaciones).

Fuente: Elaboración propia.

Estadísticas de grupo					
	GruposNotasTTCT	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
TTCT	Nota_Baja	15	154,80	43,584	11,253
	Nota_Alta	15	157,53	44,882	11,589

Hay que comprobar si la variable aleatoria se distribuye normalmente; como la muestra es menor de 50, en ambos casos, es necesario fijarse en la **prueba de Shapiro-Wilk**, Tabla 9.25.:

Tabla 9.25.- Pruebas de normalidad del Test de Torrance de Pensamiento Creativo (calificaciones).

Fuente: Elaboración propia.

Pruebas de normalidad							
GruposNotasTTCT		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TTCT	Nota_Baja	,135	15	,200 [*]	,918	15	,179
	Nota_Alta	,116	15	,200 [*]	,977	15	,947

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Normalidad		
p-valor (Nota_Baja) = 0.179	>	$\alpha = 0.05$
p-valor (Nota_Alta) = 0.947	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión		
La variable correspondiente al nivel de la competencia de creatividad presenta una distribución normal para ambos grupos.		

A continuación se calcula la varianza, aplicando la **Prueba de Levene**, Tabla 9.26:

Tabla 9.26.- Pruebas de varianza del Test de Torrance de Pensamiento Creativo (calificaciones).

Fuente: Elaboración propia

Prueba de muestras independientes						
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		t	gl	Sig. (bilateral)
		F	Sig.			
TTCT	Se asumen varianzas iguales	,054	,818	-,169	28	,867
	No se asumen varianzas iguales			-,169	27,976	,867

Igualdad de Varianza		
p-valor = 0.818	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión		
Las varianzas son iguales .		

Como la prueba de Levene ha mostrado que **las varianzas son iguales**, se toma como referencia el nivel de significación que hay en la primera posición de la tabla (se ‘asumen varianzas iguales’), Tabla 9.27.:

Tabla 9.27.- Pruebas p-valor del Test de Torrance de Pensamiento Creativo (calificaciones).

Fuente: Elaboración propia.

P-valor de la prueba		
p-valor = 0.867	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión final		
No hay evidencia suficiente para rechazar la ‘hipótesis nula’ del estudio, por lo tanto, se acepta :		
No existen diferencias ‘significativas’, entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test <i>TTCT</i> del grupo formado por las 15 mejores notas con respecto a la media del grupo formado por las 15 peores notas.		

B’.- Resultados para la competencia Pensamiento Crítico por calificaciones

Para las dos hipótesis estadísticas establecidas se han obtenido los siguientes resultados:

H₀: **No existen** diferencias ‘significativas’ entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test *CCTT* del grupo formado por las 15 mejores notas con respecto a la media del grupo formado por las 15 peores notas.

H₁: **Existen** diferencias ‘significativas’ entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test *CCTT* del grupo formado por las 15 mejores notas con respecto a la media del grupo formado por las 15 peores notas.

A estos resultados se ha llegado (y por lo tanto, se justifican) mediante los cálculos que figuran en las tablas siguientes, aplicando las relaciones y condicionantes estadísticas correspondientes, (Buendía, Colás y Hernández, (1997)), al Test de Torrance de Pensamiento Creativo, Tabla 9.28.:

Tabla 9.28.- Resultados de tendencia central del Test de Torrance de Pensamiento Crítico (calificaciones).

Fuente: Elaboración propia.

Estadísticas de grupo					
	GruposNotasCCTT	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
CCTT	Nota_Baja	15	37,40	6,311	1,629
	Nota_Alta	15	43,47	6,885	1,778

Hay que comprobar si la variable aleatoria se distribuye normalmente; como la muestra es menor de 50, en ambos casos, es necesario fijarse en la **prueba de Shapiro-Wilk**, Tabla 9.29.:

Tabla 9.29.- Pruebas de normalidad del Test de *Cornell* de Pensamiento Crítico (calificaciones).

Fuente: Elaboración propia.

Pruebas de normalidad							
	GruposNotasCCTT	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CCTT	Nota_Baja	,249	15	,013	,899	15	,091
	Nota_Alta	,128	15	,200*	,974	15	,918

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Normalidad		
p-valor (Nota_Baja) = 0.091	>	$\alpha = 0.05$
p-valor (Nota_Alta) = 0.918	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión		
La variable correspondiente al nivel de la competencia pensamiento crítico sigue una distribución normal para ambos grupos.		

A continuación se calcula la varianza, aplicando la **Prueba de Levene**, Tabla 9.30:

Tabla 9.30.- Pruebas de varianza del Test de *Cornell* de Pensamiento Crítico (calificaciones).
Fuente: Elaboración propia.

Prueba de muestras independientes						
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		t	gl	Sig. (bilateral)
		F	Sig.			
CCTT	Se asumen varianzas iguales	,021	,887	-2,516	28	,018
	No se asumen varianzas iguales			-2,516	27,790	,018

Igualdad de Varianza		
p-valor = 0.887	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión		
Las varianzas son iguales .		

Como la prueba de Levene ha mostrado que **las varianzas son iguales**, se toma como referencia el nivel de significación que hay en la primera posición de la tabla (*se* ‘asumen varianzas iguales’), Tabla 9.31.:

Tabla 9.31.- Pruebas P-valor del Test de *Cornell* de Pensamiento Crítico (calificaciones).
Fuente: Elaboración propia.

P-valor de la prueba		
p-valor = 0.018	<	$\alpha = 0.05$
Conclusión final		
Hay evidencia suficiente para rechazar la ‘hipótesis nula’ del estudio, por lo tanto, se acepta :		
Existen diferencias ‘significativas’ entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test <i>CCTT</i> del grupo formado por las 15 mejores notas con respecto a la media del grupo formado por las 15 peores notas.		

C'.- Resultados para la competencia Colaboración por calificaciones

Para las dos hipótesis estadísticas establecidas, se han obtenido los siguientes resultados:

H₀: No existen diferencias 'significativas' entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test *CSAT* del grupo formado por las 15 mejores notas con respecto a la media del grupo formado por las 15 peores notas.

H₁: Existen diferencias 'significativas' entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test *CSAT* del grupo formado por las 15 mejores notas con respecto a la media del grupo formado por las 15 peores notas.

A estos resultados se ha llegado (y por lo tanto, se justifican) mediante los cálculos que figuran en las tablas siguientes, aplicando las relaciones y condicionantes estadísticas correspondientes, (Buendía, Colás y Hernández, (1997)), a la Herramienta de Autoevaluación de la Colaboración, Tabla 9.32.:

Tabla 9.32.- Resultados de tendencia central de la Herramienta de Autoevaluación de la Colaboración (calificaciones).

Fuente: Elaboración propia.

Estadísticas de grupo					
	GruposNotasCSAT	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
CSAT	Nota_Baja	15	31,53	4,984	1,287
	Nota_Alta	15	35,87	3,378	,872

Hay que comprobar si la variable aleatoria se distribuye normalmente; como la muestra es menor de 50, en ambos casos, es necesario fijarse en la **prueba de Shapiro-Wilk**, Tabla 9.33.:

Tabla 9.33.- Pruebas de normalidad de la Herramienta de Autoevaluación de la Colaboración (calificaciones).

Fuente: Elaboración propia.

Pruebas de normalidad							
Grupos	NotasCSAT	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CSAT	Nota_Baja	,172	15	,200 [*]	,903	15	,107
	Nota_Alta	,157	15	,200 [*]	,927	15	,245

Normalidad		
p-valor (Nota_Baja) = 0.107	>	$\alpha = 0.05$
p-valor (Nota_Alta) = 0.245	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión		
La variable correspondiente al nivel de la competencia de colaboración se distribuye normalmente en ambos grupos.		

A continuación se calcula la varianza, aplicando la **Prueba de Levene**, Tabla 9.34:

Tabla 9.34.- Pruebas de varianza de la Herramienta de Autoevaluación de la Colaboración (calificaciones).

Fuente: Elaboración propia.

Prueba de muestras independientes						
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
CSAT	Se asumen varianzas iguales	,779	,385	-2,788	28	,009
	No se asumen varianzas iguales			-2,788	24,621	,010

Igualdad de Varianza		
p-valor = 0.385	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión		
Las varianzas son iguales .		

Como la prueba de Levene ha mostrado que **las varianzas son iguales**, se toma como referencia el nivel de significación que hay en la primera posición de la tabla (se 'asumen varianzas iguales'), Tabla 9.35.:

Tabla 9.35.- Pruebas P-valor de la herramienta de Autoevaluación de la Colaboración (calificaciones).

Fuente: Elaboración propia.

P-valor de la prueba		
p-valor = 0.009	<	$\alpha = 0.05$
Conclusión final		
Hay evidencia suficiente para rechazar la 'hipótesis nula' del estudio, por lo tanto, se acepta :		
Existen diferencias 'significativas' entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test <i>CSAT</i> del grupo formado por las 15 mejores notas con respecto a la media del grupo formado por las 15 peores notas.		

D'.- Resultados para la competencia Comunicación por calificaciones:

Para las dos hipótesis estadísticas establecidas se han obtenido los siguientes resultados:

H₀: No existen diferencias 'significativas' entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test *CCCI* del grupo formado por las 15 mejores notas con respecto a la media del grupo formado por las 15 peores notas.

H₁: Existen diferencias 'significativas' entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test *CCCI* del grupo formado por las 15 mejores notas con respecto a la media del grupo formado por las 15 peores notas.

A estos resultados se ha llegado (y por lo tanto, se justifican) mediante los cálculos que figuran en las tablas siguientes, aplicando las relaciones y condicionantes estadísticas correspondientes, (Buendía, Colás y Hernández, (1997)), al Inventario de Ambiente de Clase Conectada, Tabla 9.36.:

Tabla 9.36.- Resultados de tendencia central del Inventario de Ambiente en la Clase (calificaciones).

Fuente: Elaboración propia.

	GruposNotasCCCI	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
CCCI	Nota_Baja	15	66,87	9,486	2,449
	Nota_Alta	15	69,27	9,293	2,399

A continuación hay que comprobar si la variable aleatoria presenta una distribución normal; como la muestra es menor de 50, en ambos casos, hay que aplicar la **prueba de Shapiro-Wilk**, Tabla 9.37.:

Tabla 9.37.- Pruebas para comprobar si los datos obtenidos en la aplicación del Inventario de Ambiente en Clase (calificaciones) presentan una distribución normal.

Fuente: Elaboración propia.

	GruposNotasCCCI	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CCCI	Nota_Baja	,141	15	,200*	,933	15	,305
	Nota_Alta	,131	15	,200*	,959	15	,670

Normalidad		
p-valor (Nota_Baja) = 0.305	>	$\alpha = 0.05$
p-valor (Nota_Alta) = 0.670	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión		
La variable correspondiente al nivel de la competencia de comunicación presenta, en ambos grupos, una distribución normal.		

A continuación se calcula la varianza, aplicando la **Prueba de Levene**, Tabla 9.38:

Tabla 9.38.- Pruebas de varianza del Inventario de Ambiente en Clase (calificaciones).

Fuente: Elaboración propia.

Prueba de muestras independientes					
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		t	gl	Sig. (bilateral)
	F	Sig.			
CCCI Se asumen varianzas iguales	,023	,879	-,700	28	,490
No se asumen varianzas iguales			-,700	27,988	,490

Igualdad de Varianza		
p-valor = 0.879	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión		
Las varianzas son iguales .		

Como la prueba de Levene ha mostrado que **las varianzas son iguales**, se toma como referencia el nivel de significación que hay en la primera posición de la tabla (*se 'asumen varianzas iguales'*).

A continuación se aplica la **Prueba p-valor** al Inventario de Ambiente en Clase, Tabla 9.39.:

Tabla 9.39.- Pruebas P-valor del Inventario de Ambiente en Clase (calificaciones).

Fuente: Elaboración propia.

P-valor de la prueba		
p-valor = 0.490	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión final		
No hay evidencia suficiente para rechazar la 'hipótesis nula' del estudio, por lo tanto, se acepta :		
No existen diferencias 'significativas' entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test <i>CCCI</i> del grupo formado por las 15 mejores notas con respecto a la media del grupo formado por las 15 peores notas.		

E’.- Resultados para la competencia Resolución Colaborativa de Problemas (RCP) por calificaciones

E’₁.- Tarea de los Payasos Risueños (calificaciones)

H₀: No existen diferencias ‘significativas’ entre las **medias** del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con la tarea del payaso del grupo formado por las 10 mejores notas con respecto a la media del grupo formado por las 10 peores notas.

H₁: Existen diferencias ‘significativas’ entre las **medias** del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con la tarea del payaso del grupo formado por las 10 mejores notas con respecto a la media del grupo formado por las 10 peores notas.

A estos resultados se ha llegado (y por lo tanto, se justifican) mediante los cálculos que figuran en las tablas siguientes, aplicando las relaciones y condicionantes estadísticas correspondientes, (Buendía, Colás y Hernández, (1997)), a la Tarea de los Payasos para evaluar la Resolución Colaborativa de Problemas, Tabla 9.40:

Tabla 9.40.- Resultados de tendencia central de la tarea de los Payasos Risueños (calificaciones).

Fuente: Elaboración propia.

Estadísticas de grupo					
	Grupo_Clown	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
CPS_Clown	Nota_Baja	10	4,80	2,150	,680
	Nota_Alta	10	7,20	1,398	,442

A continuación hay que comprobar si la variable aleatoria presenta una distribución normal; como la muestra es menor de 50, en ambos casos, hay que aplicar la **prueba de Shapiro-Wilk**, Tabla 9.41.:

Tabla 9.41.- Pruebas para comprobar si los datos obtenidos en la aplicación de la tarea de los 'payasos risueños' (calificaciones) presentan una distribución normal.

Fuente: Elaboración propia.

Pruebas de normalidad							
Grupo_Clown		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CPS_Clown	Nota_Baja	,155	10	,200 [*]	,965	10	,838
	Nota_Alta	,243	10	,096	,886	10	,151

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Normalidad		
p-valor (Nota_Baja) = 0.838	>	$\alpha = 0.05$
p-valor (Nota_Alta) = 0.151	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión		
La variable correspondiente al nivel de la competencia de Resolución Colaborativa de Problemas, analizada a través de la tarea de los 'payasos risueños', presenta una distribución normal en ambos grupos.		

A continuación se calcula la varianza, aplicando la **Prueba de Levene**, Tabla 9.42:

Tabla 9.42.- Pruebas de varianza de la tarea de los 'payasos risueños' (calificaciones).

Fuente: Elaboración propia.

Prueba de muestras independientes						
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
CPS_Clown	Se asumen varianzas iguales	1,508	,235	-2,959	18	,008
	No se asumen varianzas iguales			-2,959	15,459	,010
Igualdad de Varianza						
p-valor = 0.235		>		$\alpha = 0.05$		
Conclusión final						
Las varianzas son iguales .						

Como la prueba de Levene ha mostrado que **las varianzas son iguales**, se toma como referencia el nivel de significación que hay en la primera posición de la tabla (se ‘asumen varianzas iguales’), Tabla 9.43.:

Tabla 9.43.- Pruebas P-valor de la tarea de los ‘payasos risueños’ (calificaciones).

Fuente: Elaboración propia.

P-valor de la prueba		
p-valor = 0.008	<	$\alpha = 0.05$
Conclusión final		
<p>Hay evidencia suficiente para rechazar ‘la hipótesis nula’ del estudio, por lo tanto, se acepta:</p> <p>Existen diferencias ‘significativas entre’ las medias del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con la tarea de los ‘payasos risueños’ del grupo formado por las 10 mejores notas con respecto a la media del grupo formado por las 10 peores notas.</p> <p>Esta tarea ha evaluado los indicadores: <i>audience awareness, responsibility initiative, resource management, systematicity, solution</i>.</p>		

E’2.- Tarea del aceite de oliva (calificaciones)

Para las dos hipótesis estadísticas establecidas se han obtenido los siguientes resultados:

H₀: No existen diferencias ‘significativas entre’ las medias del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con la tarea del aceite de oliva del grupo formado por las 10 mejores notas con respecto a la media del grupo formado por las 10 peores notas.

H₁: Existen diferencias ‘significativas entre’ las medias del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con la tarea del aceite de oliva del grupo formado por las 10 mejores notas con respecto a la media del grupo formado por las 10 peores notas.

A estos resultados se ha llegado (y por lo tanto, se justifican) mediante los cálculos que figuran en las tablas siguientes, aplicando las relaciones y

condicionantes estadísticas correspondientes, (Buendía, Colás y Hernández, (1997)), a la Tarea del Aceite de Oliva para evaluar la Resolución Colaborativa de Problemas, Tabla 9.44.:

Tabla 9.44.- Resultados de tendencia central de la tarea del 'aceite de oliva' (calificaciones).
Fuente: Elaboración propia.

Estadísticas de grupo					
	Grupo_Oil	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
CPS_Oil	Nota_Baja	10	4,50	1,650	,522
	Nota_Alta	10	6,40	1,350	,427

A continuación hay que comprobar si la variable aleatoria presenta una distribución normal; como la muestra es menor de 50, en ambos casos, hay que aplicar la **prueba de Shapiro-Wilk**, Tabla 9.45.:

Tabla 9.45.- Pruebas para comprobar si los datos obtenidos en la aplicación de la tarea del 'aceite de oliva' (calificaciones) presentan una distribución normal.

Fuente: Elaboración propia.

Pruebas de normalidad							
	Grupo_Oil	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CPS_Oil	Nota_Baja	,318	10	,005	,781	10	,008
	Nota_Alta	,217	10	,200*	,896	10	,198

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Normalidad		
p-valor (Nota_Baja) = 0.008	<	$\alpha = 0.05$
p-valor (Nota_Alta) = 0.198	>	$\alpha = 0.05$
Conclusión		
La variable correspondiente al nivel de la competencia de Resolución Colaborativa de Problemas, analizada a través de la tarea del 'aceite de oliva', NO se distribuye normalmente en ambos grupos. Por lo tanto NO se puede utilizar la prueba T de Student para comprobar la hipótesis. Hay que utilizar la prueba U de Mann-Whitney .		

A continuación se calcula la varianza, aplicando la **Prueba de Levene**, Tabla 9.46:

Tabla 9.46.- Prueba U de Mann-Whitney de la tarea del 'aceite de oliva' (calificaciones).

Fuente: Elaboración propia.

Rangos				
	Grupo_Oil	N	Rango promedio	Suma de rangos
CPS_Oil	Nota_Baja	10	7,75	77,50
	Nota_Alta	10	13,25	132,50
	Total	20		

Estadísticos de prueba ^a	
	CPS_Oil
U de Mann-Whitney	22,500
W de Wilcoxon	77,500
Z	-2,156
Sig. asintótica (bilateral)	,031
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,035 ^b

a. Variable de agrupación: Grupo_Oil

b. No corregido para empates.

A continuación aparece el **p-valor** correspondiente a la Tarea del Aceite de Oliva (para la variable de agrupación según calificaciones), Tabla 9.47.:

Tabla 9.47.- Pruebas P-valor de la tarea del 'aceite de oliva' (calificaciones).

Fuente: Elaboración propia.

P-valor de la prueba		
p-valor = 0.031	<	$\alpha = 0.05$
Conclusión final		
Hay evidencia suficiente para rechazar la 'hipótesis nula' del estudio, por lo tanto, se acepta :		
Existen diferencias 'significativas entre' las medias del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con la tarea del aceite de oliva del grupo formado por las 10 mejores notas con respecto a la media del grupo formado por las 10 peores notas. Esta tarea ha evaluado los indicadores: <i>cause and effect, reflects and monitors, problem analysis, interaction y relationships</i> .		

Todos los resultados estadísticos, que se han presentado en las tablas anteriores, se examinarán atenta y particularmente (es decir, se discutirán) en el apartado siguiente de este capítulo. Como consecuencia, se obtendrá una visión general del problema y de si se han alcanzado los objetivos de la parte práctica de la investigación empírica; aportando respuestas a las hipótesis formuladas a partir de las preguntas del estudio (§ VII.1. 2.).

Las conclusiones que se obtengan, último apartado de este capítulo, contribuirán a revelar si efectivamente la tendencia global, actualmente centro del cambio del paradigma educativo, que supone cambiar hacia una educación basada en las competencias seleccionadas, integradas verdaderamente en el currículo o no integradas, educan y forman mejor a esos niños como personas y ciudadanos del siglo XXI¹⁶.

¹⁶ Indudablemente para una educación integral del individuo y de la persona, se necesitan desarrollar más y diferentes categorías de competencias, como se indicó en la investigación teórica de esta tesis.

IX.6.- Discusión y conclusiones

Estos dos aspectos representan los dos últimos pasos de la investigación empírica llevada a cabo (§ VII.5.2. y § VII.5.3.), aparte de la bibliografía utilizada y referenciada, que constituye otro extenso capítulo.

Ampliando lo expuesto en (§ VII.5.2.), se ha elaborado la Tabla 9.48.

Tabla 9.48.- Orientaciones para la elaboración de la discusión de los resultados de la investigación empírica.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Fernández Alcorcón, 2006.

	Investigación empírico-confirmatoria	Investigación empírico-exploratoria
DISCUSIÓN de los resultados de la investigación empírica	<p>Tras validar estadísticamente los resultados de la investigación, se propone discutir el contraste de las hipótesis de trabajo en relación a los resultados estadísticos que se han obtenido previamente.</p> <p>En esta sección, el investigador debe validar o refutar las hipótesis de trabajo utilizando los resultados estadísticos como herramienta principal.</p> <p>También se puede exponer otras conclusiones de los resultados estadísticos obtenidos y, que pueden ayudar a comprender mejor el entorno del problema.</p>	<p>Tras evaluar la calidad de la investigación y de las proposiciones expuestas previamente, se propone discutir sobre las aportaciones científicas que ofrece la investigación a la comunidad científica.</p> <p>También se puede exponer otras conclusiones de la investigación realizada y que pueden ayudar a comprender mejor el entorno del problema.</p>

IX.6.1.- Discusión de los resultados

La investigación empírica llevada a cabo en este capítulo es eminentemente confirmativa, mientras que la del anterior es exploratoria, como ya se indicó. En el Capítulo VII se hizo especial énfasis en la exploratoria, para resaltar la relevancia del método del caso (Capítulo VIII) en esta investigación. Como consecuencia, es pertinente ahora fijarse en el proceso de discusión de los resultados en la investigación empírica confirmatoria; a ello nos ayuda la Tabla 9.48., que indica los pasos a seguir o en qué consiste dicha discusión.

Estructura de la discusión:

- Validación estadística de los resultados.
- Presentar el contraste de las hipótesis de trabajo, en relación con los resultados estadísticos obtenidos: validando o refutando las mismas.

- En su caso, exponer otras conclusiones de los resultados, si pueden ayudar a comprender mejor el entorno del problema.

La validación estadística de los resultados se ha venido haciendo -de manera minuciosa- a medida que se aplicaban las herramientas estadísticas seleccionadas (test y cuestionarios), y se mostraban los resultados en las diferentes y numerosas tablas en los apartados (§ IX 3. y § IX.4.).

A continuación se aborda el:

Contraste de las hipótesis de trabajo, en relación con los resultados estadísticos obtenidos.

Los constructos a partir de los cuales se generan las proposiciones hacen referencia a las variables subyacentes, que se corresponden con la parte confirmativa y exploratoria de la investigación. A pesar de considerar que los constructos son analizables mediante indicadores, algunos de ellos se han trasladado a un entorno cuantitativo para permitir su tratamiento como variables. Estos constructos son: la creatividad, el pensamiento crítico, la colaboración, la comunicación y la resolución colaborativa de problemas (Capítulo IX) y el pensamiento computacional (Capítulo VIII).

Como consecuencia de todo ello, se han formulado las principales proposiciones de la investigación, que además coinciden con las hipótesis estadísticas. Son las siguientes:

1. No existen diferencias 'significativas' entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test *TTCT* y el género de los participantes.
2. No existen diferencias 'significativas' entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test *CCTT* y el género de los participantes.

3. No existen diferencias 'significativas' entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test *CSAT* y el género de los participantes.
4. No existen diferencias 'significativas' entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test *CCCI* y el género de los participantes.
5. No existen diferencias 'significativas', entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test *TTCT* y las calificaciones de los participantes.
6. Existen diferencias 'significativas' entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test *CCTT* y las calificaciones de los participantes.
7. Existen diferencias 'significativas' entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test *CSAT* y las calificaciones de los participantes.
8. No existen diferencias 'significativas' entre la media del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con el test *CCCI* y las calificaciones de los participantes.
9. Existen diferencias 'significativas entre' las medias del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con la tarea de los 'payasos risueños' y las calificaciones de los participantes.
10. Existen diferencias 'significativas entre' las medias del nivel de desarrollo de la competencia evaluada con la tarea del aceite de oliva y las calificaciones de los participantes.

A partir de las proposiciones anteriores se puede concluir que **el género no afecta al desarrollo de las competencias estudiadas.**

Por otra parte, cuando se habla de calificaciones los resultados cambian. Las competencias de **Pensamiento Crítico y Colaboración**, ambas muy importantes para el desarrollo de la sociedad del siglo XXI, **sí mantienen una relación directa con las calificaciones obtenidas por los alumnos tras aplicar los materiales de aprendizaje** que se desarrollaron a lo largo del capítulo VIII, en los que se trabajaba el aprendizaje del Pensamiento Computacional.

La investigación propone que la comunidad científica siga indagando en las competencias citadas (o en otras que también sean asociadas de manera directa al desarrollo de las habilidades del siglo XII), para ver **cómo se pueden seguir mejorando mediante el desarrollo y entrenamiento del pensamiento computacional**. Los hallazgos expuestos en esta investigación exploratoria abren el camino para que futuras investigaciones en la misma área dispongan de un punto de partida.

IX.6.2.- Conclusiones de la investigación empírica confirmativa

La estructura de las conclusiones se explica con detalle en la Fig.10.2.¹⁷

Las conclusiones abarcan tres aspectos del trabajo, relacionados con los resultados obtenidos:

- a) Las aportaciones de la investigación empírica.
- b) Las limitaciones de dicha investigación.
- c) Las líneas abiertas, a seguir en investigaciones futuras.

Veamos cada uno de ellos:

¹⁷ Metodológicamente se prefirió incluir la figura (así como su análisis) en el Cap. X, donde se han priorizado las conclusiones más importantes de la tesis en vez de hacerlo en este Capítulo IX, en el que se incluyen todas las conclusiones asociadas o particulares de la investigación empírica tratada en el presente capítulo.

IX.6.2.1.- Aportaciones

Como ya se ha comentado, este capítulo encaja dentro de una investigación empírica de tipo confirmatoria, cuyos datos se han extraído fundamentalmente a partir de estudios cuantitativos. Gracias al trabajo realizado, se han establecido las proposiciones comentadas en la discusión de los resultados (§ IX.6.1). Mientras se desarrollaba todo el proceso de recopilación de dichas proposiciones, se han ido enunciado las que son consideradas las principales aportaciones de la investigación, a la comunidad científica y practicante. En este apartado se recogen y se comentan.

1.- El género no afecta al desarrollo de las competencias¹⁸ para el siglo XXI.

Tomando como referencia la división de los participantes del estudio según su género, se establece que el desarrollo de las competencias para el siglo XXI no depende de si se es chico o chica, sino que su mejora está vinculada a otro tipo de circunstancias menos perceptibles a primera vista.

Son diversas las investigaciones existentes que tratan el tema de las diferencias de género en las tecnologías de la información y la comunicación.

La participación de las niñas en temas vinculados con las áreas tecnológicas no es muy elevada, y el porcentaje de alumnas por clase parece ser que sigue decreciendo. Las políticas públicas, así como algunos investigadores, proponen que la participación de las alumnas en áreas relacionadas con las tecnologías digitales podría verse incrementada a través de la escuela (es decir, aprendidas en etapas escolares iniciales). La mayoría de investigaciones, que relacionan el género y la informática (a un nivel general), han estado centradas en la influencia de factores que no pertenecen a la escuela; existe poca evidencia empírica a la hora de demostrar que las escuelas o los profesores

¹⁸ Al menos las seleccionadas para este trabajo.

pueden influir en la actitud de las alumnas frente a la informática (tanto en el uso de la tecnología como frente a la cultura digital); recordemos (§ VI.2).

Kirkpatrick & Cuban (1998) señalaron que la brecha de género se reduce cuando ambos géneros tienen la oportunidad de familiarizarse con el mismo tipo y número de herramientas y experiencias relacionadas con las TIC. Atan, Azli, Rahman e Idrus (2002) justificaron que no existe diferencia según el género cuando los chicos y chicas se encuentran en un ambiente de aprendizaje, que utiliza y requiere el uso constante de *software* para lograr un aprendizaje más activo y significativo¹⁹. Por lo tanto, los planteamientos de los autores citados, y de otros, respaldan la aportación de esta investigación de tipo confirmatoria.

2.- Mediante el desarrollo del Pensamiento Computacional se puede contribuir al desarrollo de algunas competencias básicas para el siglo XXI.

Si se toma como referencia el conjunto de calificaciones obtenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, cuyo núcleo está formado por el Pensamiento Computacional, existe una relación bilateral entre las competencias para el siglo XXI y el mismo; es decir, el desarrollo del Pensamiento Computacional se desarrolla no solo a sí mismo, sino que a su vez desarrolla otras competencias básicas para el siglo XXI.

El modo en el que se mida, el conjunto de competencias seleccionadas, debe centrarse en la capacidad de los estudiantes para aplicar las habilidades aprendidas, y no en el currículo y los planes de estudio. El aprendizaje de las competencias y la mejora en el grado de su desarrollo, crecimiento y aplicación debe adquirirse mediante la realización de tareas y resolución de problemas reales, que permitan al alumnado asociar lo que aprenden con lo que ya conocen.

¹⁹ Es la innovación pedagógica, mediante la integración de las TIC en el currículo, como se ha insistido a lo largo de la investigación teórica de esta tesis.

A partir de aquí se declara que un modelo de aprendizaje 'desarrollista' (en el sentido de L. Vigotki) es el que más ventajas aporta a la nueva sociedad del siglo XXI, donde el '*scaffolding*' de L. Vygotski entra en juego para ayudar a que los estudiantes sean capaces de incorporar nuevos conocimientos a lo que ya conocen y superar así los problemas que se presenten a lo largo de su vida.

3. El Método del Caso es una metodología válida para el estudio empírico del desarrollo de las competencias (#5c21) que se consideran esenciales²⁰ para el siglo XXI.

La investigación empírica desarrollada en este capítulo se basa en un estudio de caso único (§ VII. 4.2.), de investigación y acción en el aula. El método del caso se ha comprobado, una vez más, como metodología válida en las ciencias sociales²¹. Además sigue el modelo sintetizado y puesto en valor por Fernández Alarcón (2006), Fig. 0.1, y Fig. 7.2; y la visión completa de la parte teórica de la investigación empírica, desarrollada en el Capítulo VII.

A partir de la tablas 7.1 y de § VII.4.2 se extrae la siguiente síntesis, que resalta la idoneidad de la estrategia seguida en esta investigación empírica:

La visión general de una investigación empírica es, a grandes rasgos, el poder comprender, explicar o realizar un hallazgo sobre un fenómeno concreto. Para ello, si se parte de una investigación de carácter exploratorio, el proceso no se encuentra totalmente estructurado sino que se va construyendo poco a poco, 'se explora'. Este rasgo coincide con la definición del estudio de casos establecida por Álvarez Álvarez y San Fabián Maroto (2012).

Por otra parte, y haciendo referencia al presente capítulo, el uso de una metodología mixta (cualitativa y cuantitativa) facilita que se pueda utilizar -en conjunto- la investigación exploratoria con una investigación confirmatoria; lo

²⁰ Sin ser las únicas.

²¹ Más concretamente en las ciencias de la educación.

cual hace posible que se siga, además del poco estructurado (§ 0.1.), un proceso estructurado tal y como se ha hecho con la evaluación de las competencias mediante los test seleccionados. La representatividad estadística es un claro ejemplo de que el método del caso, a pesar de ser considerado predominantemente cualitativo, también puede llevarse a la práctica desde un punto de vista cuantitativo, en el que la implicación del investigador juega un papel importante.

4. Canarias tiene la posibilidad de convertirse ‘en una fábrica’²² de talento, si aprovecha la oportunidad que supone trabajar en la mejora de las competencias vinculadas al Pensamiento Computacional, en el sentido seguido en esta tesis²³.

Canarias está en una situación privilegiada para establecerse como una de las principales regiones exportadoras/importadoras/desarrolladoras²⁴ de talento, dentro del panorama internacional y más específicamente europeo. Su posición estratégica entre varios continentes hace que su emplazamiento sea inmejorable para establecer corporaciones o instituciones que requieran de capital humano altamente cualificado y que, de forma más específica, dispongan de un alto nivel en el desarrollo de competencias esenciales para el siglo XXI.

Una sociedad globalizada y conectada ya no debe temer al aislamiento, que en otros tiempos caracterizaba al Archipiélago y a sus habitantes. Hoy las Islas son uno de los mejores lugares para vivir, realizarse, trabajar y hacer negocios. Las instituciones públicas y las organizaciones privadas deben tener esto en cuenta, para aprovechar la oportunidad y potenciar no solo a las empresas extranjeras que desean establecerse en el territorio, sino también el desarrollo en sus habitantes de las habilidades que harán que los jóvenes estudiantes y

²² Que no sigue el modelo fordista, puesto que forma individuos y personas que son únicas en cada caso.

²³ No asociado necesariamente ni con los ordenadores ni con las ciencias de la computación.

²⁴ Representados por los llamados ‘nómadas digitales’.

graduados contribuyan a un futuro próspero, sostenible e integrador. Un futuro en el que el conocimiento sea el ‘motor’ que haga de Canarias una referencia en el mundo y, especialmente, un puente o puerta de entrada de Europa en el África Occidental, que es su entorno más próximo.

5. Propuesta de un marco de trabajo y de sus herramientas correspondientes para medir el desarrollo de las competencias para el siglo XXI.

Hasta ahora no existía ningún precedente²⁵ que ofreciese un conjunto de herramientas de una forma tan estructurada como la presentada en esta investigación empírica, para medir competencias que se consideran esenciales para el desarrollo de la sociedad y los seres humanos del siglo XXI. Mediante una ‘curación de contenidos’ y partiendo sobre todo del enfoque de la organización *P21*, se aportan distintas herramientas para la medición de dichas habilidades (una para cada caso).

Además, al estar descrito el procedimiento de aplicación en cada una de ellas, su utilización en otros contextos es sencilla. En relación a este aspecto, es importante recalcar que tal y como se ha descrito, su carácter secuencial y la forma de la implementación de las pruebas, permite contrastar si los resultados obtenidos en este Capítulo son similares a los obtenidos en otros contextos y casos.

Además y por último, se han digitalizado y traducido al español herramientas correspondientes a las competencias de pensamiento crítico, colaboración y comunicación. Esto supone ventajas de diversos tipos, ya que permite automatizar la investigación empírica y realizarla eficazmente a una escala mayor. Que se hiciese rellenando los con ‘papel y lápiz’.

²⁵ O al menos no se ha encontrado.

IX.6.2.2.- Limitaciones

Las investigaciones en ciencias sociales no pueden tener en cuenta todas las variables existentes debido al factor humano de las mismas. Al no llevarse a cabo en contextos controlados, el número de limitaciones suele ser mayor. Por esta razón, es importante señalar las limitaciones del capítulo IX en cuanto a la investigación empírica llevada a cabo. De este modo se podrá analizar hasta qué punto el estudio de casos se puede replicar en contextos diferentes. Cuando se habla de réplica, no se hace referencia a repetir mecánicamente lo que se ha hecho. Según Freudenthal (2006) "reproducir no equivale a repetir cual papagayo" (p. 161), sino que en vez de copiar una investigación hay que adaptarla al contexto o ampliarla.

Veamos las limitaciones que se han priorizado en relación con esta investigación, que deliberadamente se han querido acotar y restringir arbitrariamente a cinco:

1. Falta de documentación sobre herramientas lo suficientemente contrastadas para medir ciertas competencias.

Debido a lo novedoso de la investigación, algunas de las competencias abordadas no han recibido la misma atención que otras a lo largo de los años, tal como se indicó en el apartado IX.3. Las competencias de Colaboración y Comunicación son las que hemos encontrado que han sido menos estudiadas y las que menos herramientas de evaluación tienen. La competencia de Resolución Colaborativa de Problemas merece mención aparte, ya que únicamente ha sido abordada por una organización con herramientas propias, que no son de acceso abierto en la red²⁶ (*ATC21S*). Estas herramientas se han utilizado como inspiración para crear otras similares, que son las que se han utilizado en el contexto de la investigación confirmativa de la presente tesis.

²⁶ Realmente son de elevado coste, que no todos los investigadores se pueden permitir.

El incremento del número de artículos escritos que hacen referencia al desarrollo de las competencias que se consideran esenciales para el siglo XXI deja entrever que es bastante probable que la situación comience a cambiar poco a poco. No solo porque los test y cuestionarios ganen en fiabilidad y validez, sino también porque se crearán nuevas herramientas que evalúen el nivel de las competencias a partir de otros enfoques, que podrían ser incluso más convenientes que los actuales para el desarrollo del pensamiento computacional.

Las competencias Creativa y de Pensamiento Crítico se han venido evaluando desde hace mucho más tiempo; llegando a existir incluso referencias para una de ellas desde 1964 (Pensamiento Crítico). Sus herramientas están más asentadas dentro de la investigación de las ciencias sociales y, a pesar de que hay bastantes referencias, quizás en el futuro se generen enfoques más eficaces y eficientes, a partir de entornos y plataformas virtuales.

2. Limitación del estudio de casos para realizar generalizaciones, a partir de las conclusiones obtenidas.

Una de las limitaciones del estudio de caso es precisamente eso, el caso. El caso estudiado tiene a su alrededor un conjunto de factores inherentes al mismo, como por ejemplo, la dificultad de tener muestras aleatorias o la alta implicación del investigador, que imposibilitan que otro caso pueda ser analizado de la misma forma y que los resultados sean comparables entre sí.

Por lo tanto, no se puede afirmar con rotundidad que los resultados aquí obtenidos sean los mismos que los que se puedan obtener en otro contexto. Aun así, al tratarse de una investigación mixta exploratoria, queda justificada su flexibilidad.

3. El tamaño de la muestra es reducido.

El reducido tamaño de la muestra ha obligado a seguir una estrategia alternativa durante el proceso de análisis estadístico, donde se han tenido que realizar ciertas pruebas de normalidad de la distribución de las variables, que son específicas para muestras muy pequeñas. El tamaño de la muestra utilizada se debe al estudio de un caso concreto, contextualizado en el último curso de la etapa de educación primaria de un colegio determinado de Las Palmas de Gran Canaria.

Este tipo de distribuciones no permiten afirmar con rotundidad que ciertas hipótesis sean descartadas, pero sí que abren 'ventanas' que ayudan a comprender el fenómeno que se está estudiando. Es ese uno de los objetivos de la investigación que detallaremos más adelante, al tratar de las líneas que están abiertas para el futuro inmediato.

4. No existe un grupo de control.

Para aplicar los materiales que se desarrollaron en el capítulo VIII, y que se validaron mediante el Método Delphi (investigación exploratoria), no se pudo disponer del tiempo que hubiese dado lugar a la creación de un grupo de control, siguiendo un esquema y contenidos alternativos que no estuviesen vinculados al Pensamiento Computacional. La programación curricular establecida en el Centro imposibilitó que este hecho tuviera lugar en el momento en el que se inició la investigación.

Quiere decir que, para contrastar si los materiales han influido en el desarrollo de las competencias, se han establecido una serie de criterios que permitan efectuar la comparación. Concretamente han sido dos los criterios utilizados: comparar según el género de los alumnos y comparar según las calificaciones obtenidas por los alumnos.

Al realizar tal comparación, después de haberse producido la acción en el aula, se trata de una investigación 'post facto'; es decir, después de que la acción haya tenido lugar; y en este caso, además, después de haber aplicado los materiales de aprendizaje. Con tiempo y recursos suficientes²⁷, se podría crear un grupo de contraste con el que comparar los niveles de las competencias medidas mediante los test.

5. Las herramientas para valorar la Resolución Colaborativa de Problemas necesitan ser desarrolladas más para disminuir la implicación del investigador.

Tal y como se ha dicho, las aplicaciones que se utilizaron para analizar la presencia de algunos de los indicadores que se encuentran presentes en las tablas 7.3. y 7.4., necesitaron de la observación directa del investigador, ya que varios de ellos estaban sujetos a interpretación (tienen una cierta subjetividad). Esta subjetividad, a partir de procedimientos estrictamente informáticos, no se puede detectar, puesto que para ello se requieren habilidades de razonamiento de orden superior.

La definición de las habilidades de razonamiento de orden superior coincide con la dada por Resnick (1987) en su informe *Education and learning to think*, en el que las define como:

un pensamiento que no es algorítmico, que es complejo y produce múltiples alternativas de solución mediante juicios e interpretaciones, incluyendo la aplicación de varios criterios que demandan gran cantidad de esfuerzo mental.

Estas herramientas deberían ser reformuladas para facilitar un proceso fuertemente estructurado que facilite la localización, automatizada, de todos los indicadores presentes en las tablas anteriormente citadas. Al existir una comunicación por escrito entre pares de estudiantes, el sistema no es capaz de

²⁷ Para realizar esta tesis no se ha recibido financiación de ninguna institución u organización.

diferenciar ciertas situaciones, que están bajo la influencia de la forma en la que escriben los sujetos.

IX.6.2.3.- Líneas de investigación, que quedan abiertas

A partir de las aportaciones y limitaciones presentes en la investigación empírica de tipo confirmativa que se ha llevado a cabo, se abren nuevas líneas de trabajo, que proporcionan la posibilidad de continuar indagando en el área y de poder crear una red de contactos con otros investigadores interesados.

1. Métodos más eficaces y validados para medir las competencias.

Es necesario seguir investigando en métodos alternativos y herramientas que midan algunas de estas competencias mediante procesos fuertemente estructurados, rigurosos y validados que permitan su puesta en marcha a gran escala, logrando así que la muestra sea lo más representativa posible.

Se propone, por ejemplo, la elaboración de *MOOCs* destinados exclusivamente a niños y con una duración prolongada en el tiempo, que garantice que el Pensamiento Computacional sea desarrollado de la mejor manera posible. Posteriormente a la realización de estos cursos, se puede someter a los sujetos participantes a una medición en línea de sus competencias.

2. Muestras de mayor tamaño, que refuercen y respalden la investigación original.

Queda patente la necesidad de aumentar el número de individuos en la muestra, que haya podido limitar el alcance de los resultados de esta investigación. La idea de crear un MOOC adecuado para niños²⁸, no solo aumentará el número de la muestra, sino que también recibirá un valor cualitativo por la mezcla de contextos socioeconómicos diversos que podrían darse en ella.

²⁸ Siguiendo, por ejemplo, la metodología de la 'clase invertida' (*flipped classroom*).

Algunas investigaciones pertenecientes a las ciencias sociales inciden en el tamaño de la muestra; si esta investigación se replicase en distintos contextos, se podría generar un razonamiento inductivo (característico de las investigaciones exploratorias) que permita generalizar o proponer una teoría a partir de los resultados concretos que se obtengan.

3. Desarrollo de otras herramientas digitales que permitan medir la Resolución Colaborativa de Problemas de un modo más eficiente.

Los prototipos de las aplicaciones utilizadas para medir la Resolución Colaborativa de Problemas requieren de habilidades cognitivas de orden superior para poder interpretar los resultados. Una cuantificación de la presencia de algunos de los indicadores, presentes en las Tablas 7.3 y 7.4, realizada por un computador a partir de un *chat* entre dos personas, puede no ser el mejor método debido a que en algunos casos pueden considerarse subjetivos.

Se necesita crear nuevas tareas de Resolución Colaborativa de Problemas que restrinjan y/o controlen la presencia de indicadores de una forma menos 'abierta'; entendiendo la palabra 'abierta' como la flexibilidad producida en un intercambio de texto no regulado.

4. Educación basada en competencias para el desarrollo de la Sociedad del siglo XXI.

Si centramos la atención en la forma en la que se han medido las competencias en este capítulo, veremos que en ningún momento la medición ha estado directamente vinculada al desarrollo de los materiales de aprendizaje presentes en el capítulo VIII. Quiere decir esto que los materiales podrían haber sido otros y el proceso de medición de competencias seguiría siendo el mismo.

Dicho proceso se ha realizado de manera independiente a los materiales que desarrollan el Pensamiento Computacional. Ahora bien, una vez realizada dicha

medición se estudió si existe relación entre un aspecto y otro, dando positivo en algunos casos (Pensamiento Crítico, Colaboración y Resolución Colaborativa de Problemas).

Con esto, se concluye que los currículos, programas educativos y/o propuestas deben ser rediseñados para trabajar las competencias como base y no diseñar los currículos para anexarlas posteriormente; lo cual implica apostar por una verdadera Educación Basada en Competencias (EBC), (§ V.2).

Capítulo X

Conclusiones de la investigación
teórica y empírica realizadas

CAPÍTULO X
CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN TEÓRICA Y EMPÍRICA
REALIZADAS
A MODO PREVIO

En este capítulo se abordan los últimos pasos de la investigación empírica, en sus categorías exploratoria y confirmatoria; así como las conclusiones de la investigación teórica.

Es cierto que se han ido considerando conclusiones ‘parciales’ en la mayor parte de capítulos, o grupos de ellos, a lo largo de la tesis; en dichos casos se referían a los capítulos correspondientes. Dichas conclusiones no tenían la estructura estricta que requiere la investigación en las ciencias sociales, y específicamente en las ciencias de la educación, y que sí tienen en este Capítulo X. Eran más bien reflexiones, sugerencias, aportaciones, consideraciones acerca de lo prioritario, etc., en relación con lo tratado en los capítulos en cuestión. Las limitaciones y líneas futuras se citaban en el propio desarrollo del texto, sin una estructura definida y un orden de prioridades.

Las investigaciones, en las metodologías utilizadas y citadas, terminan con un paso que se refiere a la bibliografía utilizada y citada explícitamente en el texto del estudio. La costumbre indica que la ‘bibliografía’ o las fuentes es un bloque temático que ya no ‘tiene la consideración’ de capítulo; si la tuviese sería el XI. Esta costumbre, sin duda, se tendría que revisar para la sociedad de la información, dada la cantidad ingente a la que se tiene acceso (que desconcierta y abrumba), y la cada vez más importante actividad del ‘*content curator*’ (curación o gestión de contenidos).

En esta tesis se considera que las conclusiones de la investigación empírica deben tener mayor peso, cualitativo y cuantitativo, que las de la investigación

teórica. Y ello por diferentes razones, entre las que citamos: a) la investigación teórica es más compleja y difícil que la empírica, y no parece adecuada para un investigador novel; b) no debe considerarse en principio parte principal de una tesis de doctorado, que, en España al menos, significa el paso formal inicial y decisivo para seguir posteriormente con una carrera investigadora, cada vez más centrada, profunda y reconocida; y c) por los propios objetivos específicos de la investigación empírica, al tratarse de un caso único de estudio de investigación-acción en el aula.

No obstante, la investigación empírica, en su parte teórica, se encuentra dentro de un marco teórico general, que hay que conocer y comprender; y que, en este caso, está todavía en construcción. Por lo que es un reto irresistible, aun siendo conscientes de sus limitaciones, dificultades y peligros.

En la Fig. 10.1. se indica la estructura y alcance de este capítulo, que resume y prioriza los resultados de toda la tesis.

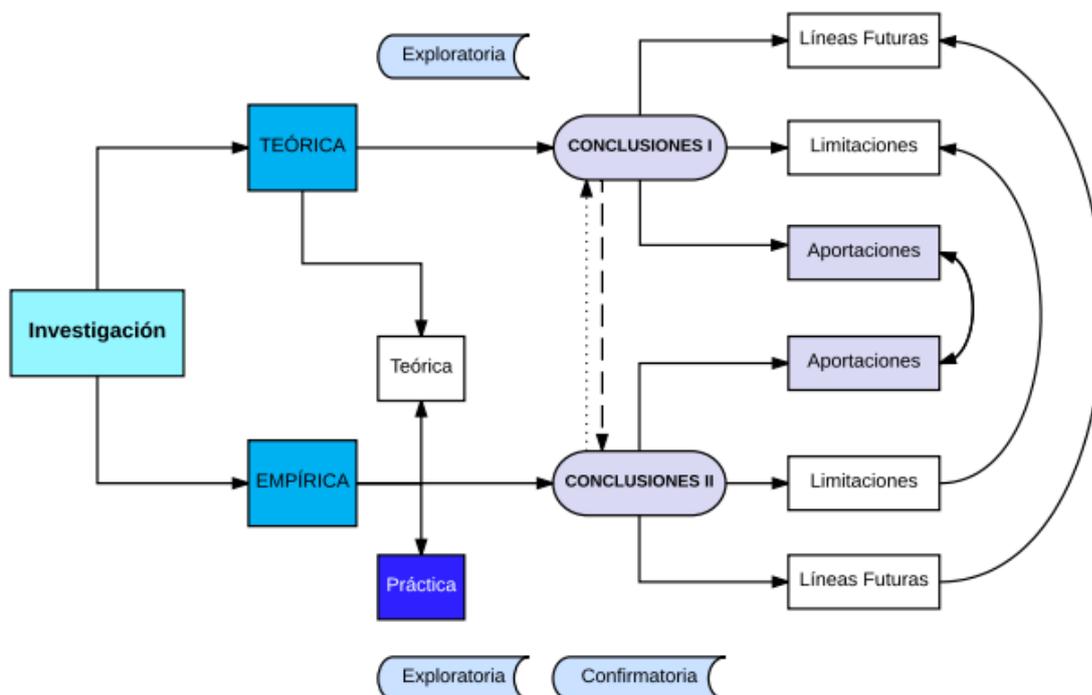


Fig.10.1.- Detalle de la estructura y alcance del desarrollo del Cap.10.

Fuente: Elaboración propia.

X.1.- Aportaciones

En la Fig.0.5. y en el apartado § VII.5.3., dentro de los últimos puntos del marco empírico de las investigaciones exploratorias¹, se indicaron los tres aspectos que deben contemplar las conclusiones de la investigación. En el caso de las investigaciones empírico-confirmatorias dichos pasos son los mismos, aunque la orientación de los dos últimos es distinta para ambos tipos de investigaciones; siendo el primero idéntico, Fig.10.2.

Aun siendo una investigación más exploratoria que confirmatoria, y queriendo simplificar para resaltar: el Capítulo VIII tiene más de lo primero que de lo segundo, mientras que el Capítulo IX tiene más de lo segundo que de lo primero. Estas consideraciones se completan, si se caracterizan también las investigaciones teóricas. Según Fernández Alcorcón, (2006)²:

Las investigaciones teóricas se caracterizan por no realizar ningún tipo de investigación de campo y basarse principalmente en investigaciones científicas previas. Además, son investigaciones **[muy poco estructuras y muy flexibles]** por lo que **[no existe un patrón]** que indique qué pasos son necesarios seguir para una buena investigación teórica. Un artículo en donde se realice una recopilación y una 'reconceptualización' [volver a conceptualizar, para generar conceptos diferentes] de un constructo estudiado en el pasado es un claro ejemplo de investigación teórica.

A continuación se aborda cada uno de los tres aspectos que deben contemplar las conclusiones de esta investigación; en las correspondientes a la investigación teórica, al no existir un patrón, se sigue un criterio personal, tratando de que no 'desentonen' de las correspondientes a la investigación empírica.

¹ Esta investigación es esencialmente exploratoria, sin olvidar -como se indicó- las características que también tiene de investigación confirmatoria en su parte práctica (Capítulo IX).

² Citado y seguido en el Capítulo VII.

CONCLUSIONES de la Investigación	Investigación empírico-confirmatoria	Investigación empírico-exploratoria
<p>1.- Principales aportaciones de la investigación</p>	<p>Deben mostrar las principales aportaciones de la investigación a la comunidad científica, dejando de banda las técnicas estadísticas y los casos reales utilizados en la investigación. Este punto debe realizarse con mucho detalle y tras reflexionar sobre la investigación ya que es la parte más importante de la investigación. El investigador debe pensar que la evaluación de su trabajo se basará principalmente por las aportaciones que haga a la ciencia.</p>	<p>Deben mostrar las principales aportaciones de la investigación a la comunidad científica dejando de banda la metodología utilizada en la investigación. Este punto debe realizarse con mucho detalle y tras reflexionar sobre la investigación ya que es la parte más importante de la investigación. El investigador debe pensar que la evaluación de su trabajo se basará principalmente por las aportaciones que realice en este punto.</p>
<p>2.- Limitaciones de la investigación</p>	<p>A diferencia de las ciencias exactas, las investigaciones en ciencias sociales no pueden tener presente todas las variables existentes, por lo que es muy importante indicar hasta qué punto las conclusiones de la investigación pueden extrapolarse a otros casos u otras áreas. Las limitaciones de una investigación pueden venir definidas por el paradigma científico utilizado, por los antecedentes estudiados, por los constructos del modelo utilizado, por la muestra seleccionada, por las técnicas cuantitativas aplicadas o por los valores obtenidos en los resultados de la investigación.</p>	<p>Las limitaciones de la investigación se centran principalmente en la selección de casos y en los medios utilizados en la recogida de información. Debido a la naturaleza inductiva de la investigación exploratoria, los resultados obtenidos sólo representan a un conjunto reducido de casos. En este punto es importante destacar el tipo de selección de la muestra y las limitaciones que surgen de esta elección</p>
<p>3.- Propuestas para futuras investigaciones</p>	<p>Toda investigación ofrece nuevas oportunidades de investigación. En este punto, el investigador debe intentar reflexionar sobre qué nuevas investigaciones se pueden realizar en base a los resultados obtenidos y a las limitaciones encontradas en su investigación. La inclusión de este punto en su investigación ofrece a otros investigadores la posibilidad de seguir su trabajo y de poder crear una red de contactos con otros investigadores interesados en su área. Además, puede ayudar al investigador a plantear sus futuras investigaciones.</p>	<p>Las investigaciones exploratorias ofrecen dos opciones o caminos distintos para el desarrollo de nuevas investigaciones. La primera se centra en investigaciones confirmatorias para la comprobación de las proposiciones que han surgido de la investigación exploratoria. En este caso, las proposiciones de la investigación exploratoria se convierten en hipótesis en las investigaciones confirmatorias. El segundo tipo de investigaciones hace referencia a aspectos subyacentes que han surgido de la investigación pero que no se han tratado debido al contexto en donde se ha desarrollado la investigación.</p>

Fig.10.2.- Orientaciones para la elaboración de las conclusiones de la parte empírica de la tesis.
Fuente: Elaboración propia, a partir de Fernández Alcorcón, 2006.

X.1.1.- Aportaciones de la investigación teórica y empírica

En esta investigación, (§ 0.3.)³, dada la relevancia relativa entre la teórica y la empírica (parte práctica), se ha decidido 'primar' a esta segunda en detrimento de la primera.

Otra decisión tomada ha sido la de priorizar las aportaciones y limitar su número a una cifra razonable, tanto por eficacia como para facilitar su uso a futuros investigadores. Se ha decidido que la selección sea de 12, y que el 75% sean de la parte empírica y el 25% de la investigación teórica.

En la Sociedad del Conocimiento y de las TIC, en que vivimos, es difícil asegurar de modo rotundo que las aportaciones son inéditas, aun habiendo realizado una búsqueda bibliográfica profunda, amplia y eficaz, siguiendo pautas actuales de 'curación de contenidos' y de bases de datos. Sorprende, por ejemplo, que ya redactada buena parte de la misma, y cerrando este informe de investigación, desde enero de 2017, se ha accedido a fuentes valiosas, tanto de documentos publicados a partir de dicha fecha, como de otros a los que no se había tenido la oportunidad de acceder o de conocer. De seguir de ese modo, la tesis no se hubiese cerrado nunca: siempre es posible encontrar o hacer algo nuevo que mejore lo anterior; aunque este es precisamente un resultado que aporta la tesis. La formación y desarrollo personal y profesional del investigador es mejor ahora que antes de comenzar el trabajo.

Por último, en ocasiones es difícil decidir si una aportación es completamente teórica o empírica; si es consecuencia de la parte exploratoria o de la confirmativa de la parte empírica.

³ En el subapartado 'modelo de capas para la investigación empírica', y en la Fig.0.5.

Se considera que hay dos aportaciones previas a la distinción entre los dos tipos o categorías de investigación, que incluye la tesis:

A.- La propia estructura de la tesis, que se sintetiza en las figuras del Capítulo 0, especialmente en el modelo modular por capas, y en la estructura que se sigue como propia de la investigación en las ciencias de la educación, como parte de las ciencias sociales.

B.- La bibliografía o selección de fuentes de información y de conocimiento consultadas (seleccionadas y priorizadas) que, sin llegar a ser una revisión de la literatura existente, sí que significan una aportación inicial en dicho sentido. Las fuentes son de distinto formato y soporte: libros, artículos publicados (impreso y digital), página web, vídeos, blogs personales y corporativos, etc.

Por otra parte, se ha realizado una tarea importante de ‘curación de contenidos’, cuyo significado se ha citado en diversas ocasiones a lo largo del texto. Es un ‘saber hacer’ que cada vez tiene mayor relevancia, y es más necesario en un mundo confundido por los flujos y plataformas masivas de información

Para completar la selección y la aportación de valor realizada, se incluye la Fig. 10.3. en la que se encuentran las fuentes esenciales utilizadas en cada capítulo. En la misma se utilizan las siguientes denominaciones y calificaciones, que es necesario aclarar:

- **Fuente principal (I, II, III):** nivel de importancia que se le asigna en su uso para la tesis; siendo (I) la mayor.
- **Tipo:** su formato como medio de publicación.
- **Grado:** el valor intrínseco que se le asigna.
- **Calificaciones (A, B, C):** de mayor a menor.
- **Aportación personal:** originalidad del trabajo realizado en cada capítulo.

No figura el Capítulo X, ya que es eminente una tarea personal de selección, priorización y valoración de todo lo realizado, puesto en forma de conclusiones (con el significado que se les da en la investigación en ciencias sociales).

Tabla 10.1.- Selección de las fuentes más importantes utilizadas por capítulo, con la valoración personal de su uso y de su representatividad.

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo	Fuente principal (I) / Tipo / Grado	Fuente (principal II) / Tipo / Grado	Fuente (principal III) / Tipo / Grado	Aportación personal (originalidad)
0	V. Fernández Alarcón (2006) Artículo B	-	-	A
I	A. Touraine (2005) Libro A	M. Castells (1999, 2001, 2006, 2012) Libros A	Comisión Europea (2010) Documento B	A
II	-	-	Cox, Webb, Abbott, Turnbull (2003) Informe B	A
III	J.A. Marina (2012, 2013, 2016) Libros A	Stenberg, Kaufman, (2011) <i>Handbook</i> A	Lai (2011) Review A	A
IV	-	-	J. Delors (1997) E. Morin (1999) Libros A	A
V	-	J.A. Marina (2006, 2011, 2015, 2013) Libros A ATC21S (2015) CCR (2015) P21 (2007) Web, documentos A	UNESCO (2015) UNIÓN EUROPEA (2004) OCDE (2003, 2005) LOMCE (2014) Leyes, informes, proyectos B	B
VI	J.M. Wing (2006, 2011, 2016) Artículos, proyectos, programas A JRC_EU Science Hub. Sevilla. Estudios tecnológicos prospectivos. Bocconi, Ferrari, Engelhardt, Kamplis, Punie (2016). Informes, documentos, artículos. A	Lluna, Pedreira (2017) Libro B S.Papert (1980, 1993, 1999, 1997) Libros, programas visuales, juegos, sitio web. A	ISTE CSTA LEGO MIT Media Lab SGSE (Blikstein) <i>The Future of Work</i> European School Net Documentos, web, programas, juegos. B Román González (2016) Tesis. C	B
VII	V. Fernández Alarcón (2006) Artículo B	M. Romero (2017). web site, artículos. B	P21 ATC21S B Fernández Alcaraz (2013) Tesis. C	B
VIII	-	V. Fernández Alarcón (2006) Artículo B	Bout, Feletti (1997) artículos C Cuhls (2003) artículos C Gupta y Clarke (1996), artículos C Andrade (1997) artículos C	A
IX	-	V. Fernández Alarcón (2006) Artículo B León, Montero (2015) Libro B Buendía, Colás y Hernández (1997) Libro B	Torrance (1996) test B Test de Cornell B CSAT Herramienta de autoevaluación B CCCI <i>medida 'ambiente de clase'</i> B IBM SPSS Statistics B	A

X.1.1.1.- Aportaciones de la investigación teórica:

Se han seleccionado y priorizado las siguientes:

C.- No existe, todavía, un nuevo paradigma para comprender el mundo de hoy; mientras, afirmamos que ‘el paradigma ha cambiado’

No existe, todavía, un paradigma capaz de facilitarnos la comprensión del mundo de hoy; no obstante, se afirma a menudo y con rotundidad que el paradigma ha cambiado. Se trata de una cuestión eminentemente académica, más que popular y de los medios; sin embargo el tema es importante, aunque solo fuera porque los individuos, las personas y los medios de comunicación, tradicionales y virtuales, utilizan cada vez más dicho término, que ha llegado a popularizarse en sectores no estrictamente académicos.

Si ha cambiado, ¿nos hemos preguntado cuál era el anterior?, ¿qué consecuencias tiene para mí, como individuo y como persona, el que haya cambiado, aunque no sepa cuál es el nuevo?

Se trata de cuestiones de orden filosófico, sociológico y antropológico, que nos afectan, y que en alguna ocasión se debería reflexionar sobre las mismas, sin ser expertos.

Una de las personas que ha hecho una propuesta concreta -todavía en construcción y desarrollo- ha sido A. Touraine, con el que se puede estar de acuerdo o en desacuerdo, pero su trabajo es relevante.

A. Touraine propone que el nuevo paradigma es cultural, diferente del paradigma económico y social propio de la sociedad industrial.

Existen ‘constructos’ y modelos parciales, que explican o permiten interpretar algunos hechos concretos; entre ellos el ‘paradigma de revolución tecno económica de las TIC’, propuesto por M. Castells.

Conviene no ser, al menos por el momento, demasiado disruptivos; en el sentido de que no 'sirve nada de la sociedad anterior'. Una vez más, en el equilibrio está el éxito. Nos encontramos en un momento en el que hay más preguntas que repuestas; en el que se está más de acuerdo en lo que 'ya no sirve' que en lo que se necesita para afrontar la nueva realidad.

Esta incertidumbre, volatilidad, complejidad y ambigüedad se debe a que nos encontramos en un cambio en constante evolución. La educación y formación (llamada exageradamente 'para el siglo XXI') adquiere en este panorama una importancia capital, por diversas y variadas razones.

D.- ¿Se conoce ya la educación y formación necesarias para el siglo XXI o para la sociedad del conocimiento?

Si la sociedad ha cambiado respecto a la industrial, si el cambio es una constante, y si nos encontramos en un entorno VUCA, ¿debe también cambiar la educación y formación⁴? Exista o no un nuevo paradigma para la misma, ¿hay que abordar ya dicho cambio?

Es difícil abordar (definir e implementar) esta problemática, si se requiere un amplio consenso, sea cual fuere este, en un cierto contexto geográfico, social y cultural, sobre todo en el ámbito español, y canario en particular.

Para intentar superar las dificultades sería conveniente ponerse de acuerdo al menos en la metodología a seguir, para conseguir respuestas a las preguntas anteriores, que parece ser más sencillo. En cualquier caso sería un ejercicio saludable de diálogo, de puesta en común, de estructuración de la sociedad civil, de compartición de valores éticos, de

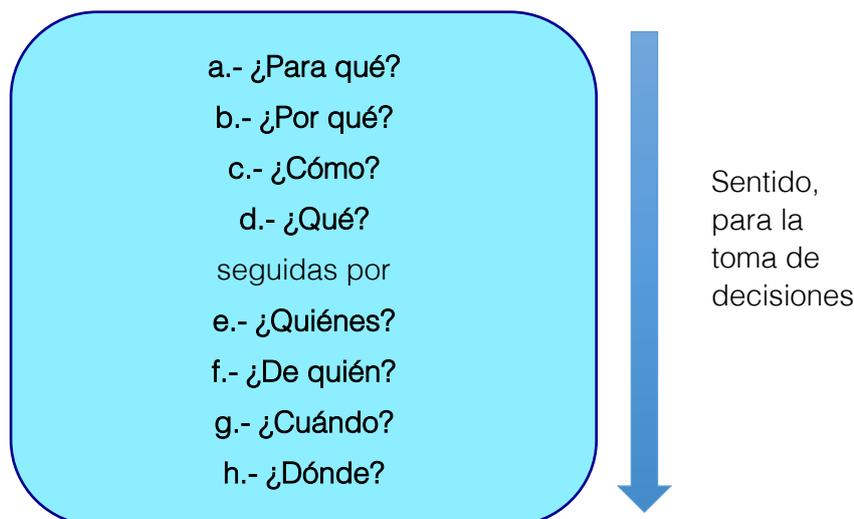
⁴ Que ya se vio no son lo mismo; aunque a menudo se consideran juntas, en la práctica.

compartir perspectivas y creencias, etc., que hagan posible una vida en común.

La metodología a seguir podría ser la propuesta de los ‘círculos virtuosos’ de la educación y de la formación, (§ II.1.1.), que son una adaptación y ampliación nuestra de los ‘círculos de oro’ de S. Sinek para explicar cómo los grandes líderes inspiran la acción⁵.

Se trata de una metodología compuesta por una serie de preguntas ordenadas que nos guían en todo proceso al que nos enfrentemos; en este caso, a contestar a la pregunta anterior.

Estas preguntas son: Una educación y formación...



El ¿para qué? es la pregunta clave, y suele estar más asociada a la educación; mientras que el ¿por qué? puede estarlo más a la formación.

Posiblemente se trate de preguntas de siempre, pero ahora las respuestas son diferentes. En los diferentes capítulos de la investigación teórica se han ido contestando desde la perspectiva de la tesis, orientada por el mentor.

⁵ Su charla TED (2009) ha sido visionada por casi 32 millones de personas y tiene cerca de 2000 comentarios.

Para simplificar la exposición, se opta por resumirla en la Fig.10.3., que no precisa de más extensiones para los objetivos de este apartado. No se considera relevante exponer la propuesta realizada, ya que cada persona, país, comunidad de cualquier naturaleza (religiosa, cultural, social, económica, etc.) tendrá la suya propia; y en principio son tan válidas unas como otras. También las respuestas pueden depender de las cohortes generacionales a las que se les hagan y de las circunstancias concretas de cada ser humano.

¿Para qué?	Conseguir el desarrollo integral del ser humano (individuo y persona), para que logre descubrir, desarrollar y poner en acción con fines éticos, su TALENTO	Propósito o finalidad Impuesto en niños, adolescentes y jóvenes Autonomía personal, en restantes generaciones
¿Por qué?	Causas externas, que hay que procurar coincidan con los deseos personales, que en ocasiones no se conocen; cuando se identifican se cambia la orientación. Ocurre, ahora, más que nunca	Lo decide las razones de cada persona
¿Cómo?	innovaciones pedagógicas, innovaciones tecnológicas, formación del profesorado, avances en neuroeducación y metacognición, psicología evolutiva, teorías de la inteligencia, nuevo valor del conocimiento, curación de contenidos, etc.... conservando lo valioso del pasado	Desarrollando todas las dimensiones del ser humano Nature & Nurture
¿Qué?	Desarrollo de su Inteligencia Generadora, Ejecutiva y Triunfante; cuyo conjunto define el TALENTO de cada individuo y persona (J.A. Marina) Conocimientos concretos (asociados a la formación específica y competencias no estrictamente cognitivas, de carácter general y transversal	Educación = = Instrucción+Formación del Carácter Inicial Continua o permanente
¿Quiénes?	Toda la sociedad: todas las cohortes generacionales. Las cohortes tradicionales de la educación y formación FORMAL. Reciclaje de profesores y profesionales. Cada aprendizador es único	Calidad y equidad son compatibles Surgen las organizaciones que aprenden Atención e integración de la diversidad
¿De quién?	Individuos y personas (expertos o profesores), que tengan, hayan puesto en acción y demostrado valores éticos en su quehacer: el conocimiento, las ideas, la experiencia, las competencias, los actitudes y los valores que se deseen inculcar, desarrollar, entrenar y acompañar a cada aprendizador... Y SEPAN HACERLO, MOTIVAR, VALORAR Y EVALUAR la progresión, mejorando y actualizando constantemente su propia educación y formación	No solo de los que han sido depositarios, exclusivos y excluyentes, hasta ahora (individual y colectivamente) del conocimiento
¿Cuándo?	En la inicial: durante las edades establecidas y tradicionales, excepto en casos excepcionales, dentro del sistema formal. En la permanente cuando cada persona la necesite, (LLL)	Bajo demanda. En función de ésta y no de la oferta. Importancia del autoaprendizaje: haber desarrollado competencias de metacognición, y de 'aprender a aprender'
¿Dónde?	En el sistema formal, en el no formal y de manera informal. De manera presencial (en un campus), híbrida o virtual (e-learning) Donde se encuentre el conocimiento y/o la pericia que se desee adquirir	2018, UE reconocimiento de la educación y formación NO FORMAL Aprendizaje en el lugar de trabajo Gestión del Talento

Fig.10. 3.- Posibles respuestas, y características, a las preguntas del 'círculo virtuoso' de la educación y formación.

Fuente: Elaboración propia, como aportación.

Para concretar, con una priorización subjetiva⁶ y a modo de ilustración, un sistema educativo podría proponer que, al finalizar una etapa inicial⁷ de educación y formación formal, una persona debería tener desarrolladas en mayor o menor grado –dependiendo del nivel que se trate⁸ y del grado de aprovechamiento mostrado,– las siguientes competencias:

a) Fundamentales

- Se encuentre capacitada para conocer, poder desarrollar y vivir (pasar a la acción en entornos reales) en su Elemento (§ III.6.), y que lo haga según valores éticos universales.
- Tenga capacitación lingüística y cultural en una segunda lengua, como herramienta esencial para ‘sobrevivir’ en la doble dimensión de la educación y formación actual: global y local.
- Comunicación mediante diversos medios y soportes, incluyendo los digitales.

⁶ Y por lo tanto discutible, es decir que se han de examinar atenta y particularmente en relación con otras opciones.

⁷ Es decir, no de educación y formación permanente o continua.

⁸ Bachillerato, FP de grado medio o superior, grado o maestría universitaria, etc.

b) Básicas

A corto y medio plazo se podría apostar por las siguientes competencias transversales genéricas⁹:

- Adquirir y vivir con unos pocos y asentados valores éticos universales. Se necesitan unos valores y una ética compartidos para el funcionamiento adecuado del entramado social, económico y político; así como para el propio desarrollo y crecimiento personal como parte esencial del talento.
- Aprender a pensar (crítica, creativa, computacionalmente, etc.), a razonar, dialogar y tomar decisiones, tanto individual como colaborativamente, ante situaciones o problemas complejos. Saber rectificar adecuadamente ante equivocaciones y errores, tanto propios como ajenos.
- Desarrollar capacidades para la 'curación de contenidos' (*content curator*); es decir, para buscar, encontrar, evaluar, seleccionar, compartir, distribuir, y reutilizar (añadiéndole valor) información relevante, contrastada y de calidad, tanto para uso personal como colectivo.
- Metacognición: aprender a aprender, a desaprender y a reaprender. Aprender a pensar diversos tipos de pensamiento.
- Creatividad e innovación, en algún segmento del proceso.

⁹ De nuevo sin ánimo de ser ni exclusivos ni excluyentes.

E.- El hecho digital, y competencias asociadas, necesita ser enseñado, aprendido, desarrollado y cultivado también a/por/para los milenials

La transformación del mundo y de la sociedad tiene una dimensión, la digital, que es muy importante y que afecta a los individuos y las personas.

En la transformación digital hay un sustrato cultural, que es tan poderoso o más que el puramente técnico. El ser humano, para ser competente o capaz en la Sociedad Digital, necesita aprender no solo tecnologías digitales (usuario/experto, en diferentes niveles), sino la nueva cultura digital:

Hecho digital => Tecnología + Cultura

Un individuo y una persona para ser considerada competente, tanto social como profesionalmente, debe desarrollar, poner en práctica y aplicar éticamente sus habilidades relacionadas con el hecho digital.

Las plataformas de redes sociales, además, están impulsando nuevas formas y tipos de interrelación, de sociabilidad, y de 'sociedad virtual aumentada' (Socionomía). Como consecuencia, se alteran muchas de las bases que nos definen y configuran como sociedad. Se necesita, como ocurrió con la sociedad industrial, un **nuevo contrato social** sobre la información¹⁰, que no se limite a modificar la relación con la información y a redefinir modelos de negocio y organizacionales.

El hecho digital tiene dimensiones económicas (la Economía Digital inmersa en la Economía del Conocimiento) y laborales (el futuro del trabajo y su 'amenaza' por la Robótica) que no son objetivo de esta

¹⁰ O como afirma G.Roca: "la tecnología necesita ajuste social".

investigación teórica, aunque se interpretan desde el mismo marco conceptual.

Los niños, adolescentes y jóvenes, ¿son realmente nativos digitales? Es pertinente plantearse esta cuestión, que no es tan obvia como parece a primera vista: La denominación 'nativos digitales' fue acuñada por Marc Prensky en 2001; con el tiempo se fue desvirtuando la acepción inicial, para terminar hoy en día usándose para denominar 'a los individuos que nacieron a partir de un cierto momento'; normalmente un año variable, según la fuente, más o menos próximo al cambio de milenio.

¿Realmente se piensa, se cree, y es cierto, que estas cohortes de edades tienen un conocimiento (y su praxis) innato en relación con el hecho digital, que es tecnología más cultura? Aún en relación con la parte tecnológica, ¿para qué tareas suelen utilizar dichas tecnologías?, ¿se 'dejan en el camino' algunas que son realmente importantes en/para la nueva sociedad del conocimiento?, ¿los padres y generaciones adultas son 'ignorantes digitales'?, ¿de quién y dónde deben aprender competencias relacionadas con el hecho digital?, etc.

¿No sería importante, y recomendable, que los padres (y los profesores) adquiriesen estas competencias específicas de carácter transversal para que los niños, adolescentes y jóvenes dejaran de ser 'huérfanos digitales'?

En la propuesta de aprendizaje se contemplan dos grandes categorías de competencias:

- a. Conocimiento, destreza y experiencia en las propias tecnologías; es decir, en sí mismas como herramientas instrumentales: cómo funciona la tecnología.

b. Uso y mentalidad, relacionadas con la cultura digital y su transformación social; con sus oportunidades, consecuencias, derechos y obligaciones, beneficios y precauciones. Es decir, entender y vivir creativa y críticamente el hecho digital.

Normalmente se hace más énfasis en la primera categoría, que en la segunda, cuando esta tiene gran importancia en la educación inicial, sea cual fuere la edad del individuo y persona que aprende.

X.1.1.2.- Aportaciones de la investigación empírica

En este subapartado se presentan las aportaciones relacionadas mediante el trabajo de campo realizado, en el caso único cuasi experimental de investigación + acción en el aula de alumnos de Primaria expuesto. Los capítulos VIII y IX son en los que específicamente se aborda el diseño, implementación y evaluación de los materiales originales y los test utilizados, que están certificados/reconocidos; la caracterización de la muestra; el proceso de aplicación de los materiales e instrumentos en el aula; los resultados, su interpretación y sus consecuencias.

Se trata de seleccionar, priorizar y poner en valor las conclusiones que figuran al final de dichos capítulos.

F.- Teorías de Aprendizaje para la era digital.

La investigación empírica, tanto en su parte teórica como en la práctica, 'recupera' y pone en valor las **teorías de aprendizaje para la era digital**:

CONSTRUCTIVISMO – CONSTRUCCIONISMO - CONECTIVISMO

Lo ha hecho sin abordar un estudio profundo de cada una de ellas, sino siendo conscientes de la necesidad de complementar al constructivismo,

tal como lo propusieron J. Piaget, L. Vigotsky (constructivismo social), D. Ausubel y N. Chomsky.

El construccionismo de S. Papert, que trabajó en Europa con J. Piaget, se puede consultar en (§ VI. 4.1.), y la Tabla 6.1.

El conectivismo de G. Siemens y S. Downes, para no extenderlo innecesariamente, solo se citó (§ VIII.4.3.). Ésta teoría es la que específicamente se conoce a menudo como teoría para el aprendizaje en la era digital; aunque en esta tesis se considera en es el conjunto de las tres que se encuentran en el recuadro anterior.

El conectivismo trata de explicar el aprendizaje complejo en un mundo social, digital en rápida evolución; según la misma, el aprendizaje se produce a través de las conexiones dentro de las redes; dicha teoría utiliza el concepto de una red con nodos y conexiones para definir el aprendizaje (redes que aprenden). Tiene mucho de **aprendizaje colaborativo** (Colaboración) y de **Comunidades de Aprendizaje**.

Las aportaciones de Papert y de Siemens, como adaptación de las de Piaget, son importantes en el momento actual (y en ocasiones no reconocidas en los estudios que se realizan) por ser las pedagogías adecuadas (o, al menos, parte de ellas) para:

- a) la gamificación o ludificación digital, como instrumento para el aprendizaje en el caso de niños y adolescentes (Papert); y
- b) la colaboración en el aprendizaje (competencia clave para el siglo XXI) y el auto aprendizaje (caso de Siemens).

No obstante, hay que ser precavidos ya que cada vez aparecen más ‘-ismos’; como es el caso, por ejemplo, del navegacionismo o las ‘teorías de aprendizaje’ para la interpretación del aprendizaje mediante dispositivos móviles.

Lo importante es, como J. Taylor (*Open University U.K.*) se pregunta,

«Las teorías del aprendizaje ‘tradicionales’, ¿pueden ayudarnos a comprender qué mecanismos se activan cuando los individuos y las personas aprenden utilizando tecnologías digitales, en cuyo paradigma está la interconexión mediante redes, la integración de diferentes tecnologías y la interactividad, bien inmediata o no inmediata?».

Lo cierto es que la pregunta afecta al núcleo del *e-learning* y al futuro de los ambientes de aprendizaje a lo largo de toda la vida y de parte del inicial en el sistema formal. Se cree que se va hacia sistemas híbridos de aprendizaje; en los que resaltar un aspecto u otro depende de las generaciones que se consideren y de cada individuo en particular.

Aunque son aspectos colaterales en esta investigación, son relevantes en toda tesis en el campo de las ciencias de la educación.

G.- El método del caso es una metodología válida para estudiar, mediante el proceso de trabajo y las herramientas propuestas, el desarrollo de las competencias seleccionadas (#5c21) que se encuentran vinculadas al Pensamiento Computacional y que son esenciales para el siglo XXI.

El método del caso se ha mostrado válido para estudiar una actuación concreta. La investigación empírica en el aula es tanto exploratoria como confirmativa. La mayor contribución (en cuanto a originalidad, aportación y trabajo) recae en la parte exploratoria, por tratarse de una investigación eminentemente inductiva. Su propósito es aportar esta experiencia, como una más, para la elaboración de un modelo general a partir de casos concretos. Esta decisión está justificada por los pocos estudios previos realizados que relacionen el Pensamiento Computacional y las

competencias (#5c21), de ahí que se le llame, además, exploratoria, ya que forma parte de los primeros pasos que se dan en un determinado contexto y para unas competencias concretas.

El estudio de casos, desde un punto de vista 'holístico', es una buena forma –ya comprobada, además– de aplicar este tipo de investigaciones que en un futuro podrían ampliarse gracias a la posibilidad que ofrece el método para integrar múltiples casos dentro de una misma línea de estudio.

La relevancia se encuentra en 'proponer una metodología de investigación adecuada, para estudiar el desarrollo de competencias relacionadas e incluidas con/en el Pensamiento Computacional'. Esta metodología de investigación empírica ahorrará trabajo y guiará a investigadores que deseen continuar en el futuro con esta problemática abierta. La comunidad científica educativa tiene cada vez mayor interés y necesidad de resolverla.

H.- Propuesta de un programa educativo validado para el desarrollo del Pensamiento Computacional, mediante una metodología mixta de Proyectos y Problemas utilizando herramientas tecnológicas y no tecnológicas.

Diez expertos han participado en la **validación** de los materiales de aprendizaje (método Delphi), para iniciar el desarrollo de capacidades relacionadas con el Pensamiento Computacional, siguiendo la metodología de investigación propia de esta técnica de análisis. Gracias a sus sugerencias y mejora sucesiva realizada en dichos materiales, se ha conseguido alcanzar un elevado consenso final en los mismos. Situación que refuerza, tanto su validación como su calidad final; a partir de los mismos, se ha establecido una propuesta educativa que puede llevarse a cabo en un curso académico. Mediante la misma se puede

trabajar en el aula, directa e indirectamente, el desarrollo de esta competencia en los alumnos. En el capítulo IX se ha concluido que algunas de las competencias estudiadas (pensamiento crítico, colaboración y resolución colaborativa de problemas) están vinculadas al Pensamiento Computacional; por lo tanto, la propuesta educativa es válida -con las limitaciones del estudio- tanto para mejorar el Pensamiento Computacional como para mejorar dichas habilidades.

La propuesta final de los materiales de aprendizaje, generada tras la segunda ronda con los expertos, es válida para explorar un proyecto educativo que permita desarrollar el pensamiento computacional y, posteriormente, comprobar si está vinculado a las competencias que se consideran esenciales (4C's) para el desarrollo del ser humano (en este caso, niños) en el siglo XXI.

En la Sociedad del Conocimiento y en un entorno VUCA, es necesario que los estudiantes generen estructuras cognitivas y no cognitivas (la educación, según se propuso en la investigación teórica, es instrucción más formación del carácter), que se adapten a un mundo en cambio y a un mundo en red y en la Red. En la nueva situación, que define su contexto y la nueva realidad, se enfrentarán a retos, problemas y proyectos relacionados con el mundo real. Además, sin olvidar en ningún momento a los alumnos que puedan presentar ciertas dificultades de aprendizaje o muestras de falta de integración social. Como se afirmó, ningún alumno se puede quedar atrás, ni excluido.

La propuesta ofrece un alto grado de flexibilidad (característica fundamental) para todo tipo de alumnos y por ello incluye, para cada bloque de contenidos, herramientas diseñadas para que el Pensamiento Computacional pueda ser desarrollado no solo a partir del uso y aplicación de nuevas tecnologías digitales, sino también de las 'viejas',

las analógicas. Ejemplos de ello son la iniciativa Computer Science Unplugged (<http://csunplugged.org/>) o juegos de tablero como Robot Turtles (<http://www.robotturtles.com/>). Este hecho no supone un paso atrás sino más bien al contrario, un paso adelante en la innovación pedagógica.

I.- El género de los alumnos no afecta al desarrollo de las competencias seleccionadas para el siglo XXI (4C's), aunque sí está vinculado a las calificaciones obtenidas a partir del programa educativo propuesto y validado para el desarrollo del Pensamiento Computacional.

Los resultados mostrados en el Capítulo IX, obtenidos mediante una investigación empírica eminentemente confirmatoria, nos han permitido confirmar o desmentir las hipótesis sobre la existencia de relaciones significativas entre: a) las calificaciones obtenidas, a partir del programa educativo propuesto para el desarrollo del Pensamiento Computacional; b) el género de los alumnos y c) las competencias seleccionadas (creatividad, pensamiento crítico, colaboración, comunicación y resolución colaborativa de problemas).

Por un lado, se concluye que el género no afecta al desarrollo de dichas competencias, puesto que no existe relación entre el nivel de las mismas y los grupos formados por el género masculino y el femenino. A riesgo de que indicador pueda parecer obvio (respuesta conocida de antemano), es científicamente importante demostrarlo mediante técnicas estadísticas rigurosas que partan del contexto en el que se desarrolla la presente investigación (estudio de un caso concreto, investigación y acción, en Canarias).

Por otro lado, sí que se aprecian relaciones significativas si se toma como categoría las competencias y las calificaciones obtenidas a partir de los materiales validados en el Método Delphi.

Como consecuencia, se concluye (para este caso), que un buen desempeño en el Pensamiento Computacional influye directamente en algunas competencias de las que se consideran esenciales para el siglo XXI, extraídas de los marcos competenciales *P21* y *ATC21S*.

Como se indicó en el Capítulo IX, algunos de los procedimientos seguidos para evaluar las competencias han sido adaptados al contexto concreto del presente estudio de campo, ya que realmente

no se ha buscado evaluar el nivel concreto de cada competencia priorizada, sino su vinculación con los materiales para el desarrollo del Pensamiento Computacional.

Las instituciones, los gobiernos multinivel y la comunidad educativa en general deben centrar su esfuerzo en el aprendizaje y mejora del Pensamiento Computacional desde edades tempranas. De ese modo los actuales alumnos desarrollarán su talento natural y contribuirán al desarrollo, con buen fin, de la sociedad futura.

J.- Las rúbricas para evaluar a los alumnos, que han seguido un programa que fomenta el desarrollo del pensamiento computacional, deben ser contextualizadas en base al entorno en el que se ejecute la acción docente.

La rúbrica (Anexo 4) se ha mostrado válida para la evaluación, al haber superado la calificación mínima establecida (8 puntos) en el apartado (§ VIII.6.).

Las rúbricas en general son unas herramientas de evaluación que generan gran controversia porque pueden ser tomadas como métodos subjetivos de evaluación. Los expertos participantes en la validación de los materiales de aprendizaje han dejado claro, desde el primer

momento, que una determinada rúbrica no tiene por qué ser válida para todos los contextos.

La visión cualitativa que se le ha dado a la misma (mediante el apartado de comentarios) da un cierto grado de flexibilidad al docente que la utiliza. Hay ocasiones en las que no se puede ubicar al alumno en un nivel concreto del criterio, y en este sentido se pueden incluir matizaciones que ayuden a encajar el nivel de desempeño del alumno, dentro de un determinado aspecto.

En esta tesis, la rúbrica (evaluación) se ha generado en base a las características inherentes al estudio de caso abordado. Como consecuencia, en un caso diferente se debería adaptar o crearse desde cero a partir del conocimiento sobre el entorno que posea el profesor o maestro de los alumnos que sigan el programa para el desarrollo (aprendizaje) del Pensamiento Computacional o, incluso, perfeccionarse con la colaboración e implicación del propio alumnado.

K.- Relación de criterios y de estándares de aprendizaje del currículo, vinculados al programa propuesto para el desarrollo del Pensamiento Computacional.

El currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Canarias no hace referencia explícita al Pensamiento Computacional¹¹, pero tras un extenso análisis de todas las asignaturas que componen el mismo y tomando como referencia la LOMCE, se pueden localizar los puntos en común con lo trabajado en la propuesta denominada “*Coding* e interacción con el mundo físico” (Anexo 6).

Concluyendo que, a pesar de no existir una referencia explícita, el Pensamiento Computacional tiene cabida dentro del currículo oficial, a

¹¹ Como ocurre en la mayoría de CC.AA., por no decir que en todas.

partir de la extracción de los criterios, contenidos y estándares de aprendizaje, relacionados con las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales, Lengua Castellana y Literatura, Matemáticas, y Valores Sociales y Cívicos.

El Pensamiento Computacional, como consecuencia, es una competencia o capacidad -desde la perspectiva desarrollada en esta tesis- que puede ser trabajada transversalmente en las diferentes materias que conforman el currículo de la Educación Primaria de la Comunidad Autónoma de Canarias, logrando así que estas reciban un enfoque de mayor amplitud dentro del mundo globalizado y de la Sociedad del Conocimiento en el que nos encontramos; así como lograr un aprendizaje significativo. Esta propuesta presupone que la formación de los docentes (inicial y permanente) debe contemplar este aprendizaje, que excede al de las actuales asignaturas de Informática o de Tecnología; por lo tanto, que se incorpore como uno de los objetivos a alcanzar en el corto plazo.

L.- Propuesta de herramientas para evaluar algunas de las competencias esenciales de los niños para el siglo XXI, que deben comenzar a aprender desde sus primeras etapas escolares, sin esperar a la educación obligatoria

Se han seleccionado un conjunto de herramientas que pueden utilizarse en la evaluación de las competencias escogidas en este estudio: las 4C's y la Resolución Colaborativa de Problemas. Estas herramientas han supuesto una extensa búsqueda a partir de la gran cantidad de trabajos de investigación que hay publicados en las distintas bases de datos académicas (*ScienceDirect*, *SciELO*, *ProQuest*, etc).

Algunas de estas herramientas (como es el caso del Test de Pensamiento Crítico de Cornell o el Test de Pensamiento Creativo de Torrance) tienen

ya un largo recorrido y están aceptadas por la comunidad científica como instrumentos válidos. Otras, las más nuevas (Herramienta de Autoevaluación de la Colaboración y el Inventario de Ambiente de Clase Conectada), están aún en periodo de difusión, asimilación y validación por parte de la comunidad educativa internacional. Al tratarse de aspectos a los que se le ha empezado a prestar una mayor atención en los últimos años, las referencias se limitan a unos pocos casos que ya se mencionaron a lo largo Capítulo IX. Estos aspectos hacen, como se ha indicado, que la investigación empírica sea también de tipo exploratorio.

La Resolución Colaborativa de Problemas es un caso de competencias o habilidades peculiar, que surge a partir de las investigaciones de la *ATC21S*. Es peculiar por su novedad, reciente aparición y puesta en valor. Los métodos utilizados para evaluarla son atípicos, en el sentido de ser diferentes a los del resto de competencias trabajadas (4C's). En la RCP, la evaluación se realiza desde un entorno virtual colaborativo, mediante el cual se deben resolver varios retos o tareas. Esta investigación selecciona dos de los prototipos propuestos por *ATC21S*, que no dependen del contexto de la asignatura; es decir, son válidos independientemente de los contenidos que se hayan podido trabajar con anterioridad.

Las herramientas digitales que utiliza *ATC21S*, para analizar la presencia de ciertos indicadores que aparecen en las Tablas 7.3. y 7.4., no están disponibles para su uso libre. No obstante, se ha encontrado y se ha accedido a un MOOC creado e impartido por los directores del proyecto *ATC21S* de la Universidad de Melbourne (Australia); gracias a ello (y, específicamente, a los vídeos del mismo), se ha visto exactamente cuáles son los fundamentos y el funcionamiento de dichas aplicaciones digitales. A partir de lo cual, se han desarrollado prototipos similares que

permiten analizar la presencia de los indicadores anteriormente mencionados, con un alto grado de intervención del profesor; lo que representa una limitación al método, ya que depende demasiado de la inherente subjetividad del docente.

LL.- El método Delphi es una metodología válida en investigaciones empíricas de carácter exploratorio, en el caso de una investigación de carácter mixto (cualitativa y cuantitativa).

Fernández Alarcón (2006) propone un marco general de introducción a la investigación en ciencias sociales, (§ 0.1.) y (§ VII.1.), en el que encaja perfectamente el trabajo empírico (investigación mixta) llevado a cabo en esta tesis. Una investigación cuyo objetivo es responder a las preguntas formuladas al inicio del estudio (§ 0.2.), y en (§ VII.1.2.).

Por esta razón, y aprovechando la aportación práctica realizada por el investigador citado, se ha seleccionado, utilizado e implementado con éxito una combinación adecuada de sus propuestas para estructurar la tesis y dotarla de coherencia.

El método Delphi es sumamente exploratorio, puesto que parte de una aproximación conjunta sobre el objeto de estudio, entre coordinador y expertos. Las distintas rondas del método van explorando y concretando (es decir, 'depurando') poco a poco los aspectos que se desean tratar, logrando en la mayoría de los casos (y de forma inductiva) generar una "idea general" a partir de las aportaciones concretas de los expertos participantes y del moderador.

Como consecuencia, la presente investigación es mixta porque es teórica, exploratoria y confirmativa a la vez, utilizando en cada caso una metodología diferente para interpretar los resultados y dar respuesta a las preguntas planteadas.

M.- La puesta en valor del modelo de competencias #5c21.

La profesora Margarida Romero (2016), Université Laval (Quebec, Canada), coincide con el planteamiento de esta tesis, a la hora de agrupar la Resolución (Colaborativa) de Problemas junto a otras competencias como el Pensamiento Crítico, la Colaboración, la Creatividad y el Pensamiento Computacional. Esta situación supone un gran valor añadido a la investigación¹², puesto que demuestra que los pasos dados parecen seguir la línea correcta, en relación con el aprendizaje y desarrollo de las competencias del siglo XXI.

El modelo #5c21 puede tomarse como referente para futuras investigaciones que deseen seguir ahondando y avanzando en este campo; para lograr que los adolescentes y los jóvenes se conviertan en co-creadores (activos), dejando de ser meros consumidores (pasivos) de las TIC y sus plataformas; es decir, que se conviertan en 'prosumidores'¹³. Para ello es necesario crear una comunidad virtual interdisciplinaria, basada en desafíos que hagan uso de la colaboración creativa para dar respuestas a los problemas complejos, que pertenecen a un mundo plagado de diversidad (Comunidades de Prácticas, Comunidades de Aprendizaje).

El modelo #5c21 se perfila como un modelo para el presente y el futuro de la Sociedad del Conocimiento, que a su vez depende en gran medida del uso de las TIC y del desarrollo de nuevas teorías del aprendizaje, junto a la asunción de la nueva cultura digital.

¹² No hay que olvidar que sus publicaciones en relación con dicho modelo son de 2017, cuando esta tesis estaba cerrada y en proceso de redacción. Se le considera la creadora del modelo #5c21

¹³ Acrónimo, no admitido por la RAE, formado por la fusión original de las palabras en inglés *producer* (productor) y *consumer* (consumidor). Aspecto muy importante en la nueva sociedad y que emerge cada vez con más fuerza.

X.2.- Limitaciones de la investigación

Se consideran solo las correspondientes a la investigación empírica; no porque la teórica no las tenga, que las tiene y son muchas, sino porque no se consideran relevantes en este trabajo. Además, se han ido citando algunas en los distintos capítulos, a medida que se trataba un aspecto concreto asociado a la EF21.

En las limitaciones de la investigación empírica hay que distinguir las que lo son a nivel general o global, y las que son consecuencia de la forma, circunstancias y condicionamientos de nuestro caso concreto. Conviene centrarse en las del segundo tipo, aunque resaltando cuando se trate de una que afecte por el momento a toda la comunidad educativa internacional.

A.- El método del caso (como investigación, no como docencia) no es siempre el más adecuado para realizar generalizaciones a partir de las conclusiones obtenidas. Y lo es menos en nuestras circunstancias, ya que se ha utilizado una muestra reducida y, al mismo tiempo, no se ha tenido la oportunidad de disponer de un grupo de control.

El estudio de casos supone una gran oportunidad para la investigación en Ciencias Sociales. Tiene ventajas e inconvenientes; es de gran flexibilidad, utilidad y facilidad en la implementación, aunque sus resultados ni pueden ni deben generalizarse a otras circunstancias. Situación distinta a las que tiene una investigación confirmatoria, eminentemente cuantitativa (más estructurada, controlada y poco flexible), pero también con sus ventajas e inconvenientes. Por ello hay que saber cuándo utilizar una o la otra; o una combinación adecuada de ambas. El método del caso es especialmente adecuado en investigaciones empíricas, tanto en su parte teórica como práctica, de tipo exploratorio.

Por otra parte, la muestra de alumnos que se ha tomado para analizar las competencias que se han considerado vinculadas al Pensamiento Computacional ha sido pequeña, por tratarse de alumnos de un único curso y de un único Centro. Esta limitación requirió el uso de ciertas técnicas estadísticas alternativas a las habituales, que además han sido especialmente diseñadas para comprobar la distribución normal de las variables obtenidas a partir de muestras reducidas (Shapiro-Wilk¹⁴).

Habría sido conveniente disponer de muestras mayores y contextos variados, que permitiesen que los datos fuesen representativos de un entorno global, aunque en el caso abordado, el objetivo en ningún momento ha sido destacar el nivel concreto de cada competencia, solo determinar si existe alguna relación significativa entre los distintos grupos tomados como referencia (género y calificaciones). Para el objetivo planteado, ha sido suficiente con la muestra de la que se dispuso.

B.-Las herramientas para valorar y evaluar la Resolución Colaborativa de Problemas necesitan ser mejoradas, para disminuir la implicación del investigador.

Debido a la imposibilidad de acceder a las herramientas digitales y originales utilizadas por *ATC21S*, para medir la Resolución Colaborativa de Problemas, se diseñaron e implementaron unas nuevas, a partir de la idea original. Estas nuevas herramientas funcionaban exactamente igual que las creadas por *ATC21S* en relación a los participantes, pero el *back-end*¹⁵ no era el mismo. Además, al tratarse de aplicaciones que se ejecutaban en varios dispositivos a la vez de forma síncrona, las horas de desarrollo de las mismas suponían un incremento respecto a otro tipo

¹⁴ En estadística, el Test de Shapiro-Wilk se utiliza para comprobar si un conjunto de datos se distribuye normalmente, sobre todo para muestras pequeñas.

¹⁵ La interfaz, la capa de presentación que ve el usuario estándar.

de aplicaciones más simples, necesitando para ello, un equipo de programadores y recursos de los que no se pudo disponer.

Por esta razón, aunque los estudiantes se encontrasen frente a dos aplicaciones totalmente funcionales y de características similares a las originales, la gestión de los datos ha seguido un proceso semiautomático donde según los criterios establecidos en la Tabla 9.5., el docente fue asistido parcialmente por el ordenador, ayudándole a señalar si existe (o no existe) la presencia de los indicadores seleccionados (Tabla 7.3 y 7.4) para la Tarea de los Payasos Risueños y la del Aceite de Oliva.

Con una mayor cantidad de recursos temporales para el desarrollo propio y personal de estas aplicaciones digitales, el proceso de análisis en ambas se habría simplificado; e incluso se podría haber añadido la posibilidad de que a pesar de que los grupos se formasen aleatoriamente, el género de los participantes se pudiese prefijar.

A pesar de todo ello, hay que reconocer que existen otros métodos para la evaluación de la competencia RCP, tales como: *Collaborative Problem-Solving Contest (CPSC)*¹⁶, *PISA 2015 Collaborative Problem Solving*¹⁷, *SCAN* y *The Adventures of Jasper Woodbury*¹⁸, entre otras.

¹⁶ De la *National Assessment & Testing*.

¹⁷ *OECD*.

¹⁸ *Learning Technology Center of Vanderbilt University*.

C.- Las competencias no cognitivas y el pensamiento computacional forman parte de un campo en desarrollo y construcción, en lo referente a su aplicación en las escuelas, colegios e institutos (educación inicial formal); tanto en sus aspectos teóricos como empíricos.

Cuando se habla de competencias no cognitivas, se hace referencia a aquellas que no están centradas en conocimientos (fundamentalmente motoras, emocionales, de ejecución y actitudinales, y de valores). Estas no reciben la misma atención por parte del sistema formal, como sí lo hacen algunas otras que sí son puramente cognitivas. Este tipo de habilidades se enfocan sobre todo en la personalidad y el carácter de los estudiantes, su perseverancia y su motivación. Un alumno que no está motivado es, probablemente, un alumno que no alcanzará el éxito académico y, más importante que eso, el éxito en la vida. En el mundo actual, no basta con disponer de talento, también es necesario aportar esfuerzo, sacrificio y valores; una cosa sin la otra no tiene cabida. En cambio, en el sentido inverso los resultados podrían ser más positivos de lo que a priori cabría esperar.

El sistema educativo formal no atiende debidamente a las competencias no cognitivas, y ahora mismo su desarrollo depende más del contexto familiar, económico y social en el que se muevan los estudiantes (además de su capacidad de resiliencia). Este aspecto ha sido tratado en la investigación teórica (Capítulos II y III).

El Pensamiento Computacional es una competencia o forma de pensar, que integra habilidades cognitivas y otras que no lo son, así que puede considerarse un punto de partida o un punto intermedio sobre el que seguir avanzando, ya que dicha característica es muy relevante para la EF21¹⁹. Al tratarse de un campo nuevo, los precedentes son escasos;

¹⁹ Acrónimo de Educación y Formación para el siglo XXI.

afortunadamente el panorama comienza a cambiar, sobre todo gracias a las plataformas online de aprendizaje (*Miríada X*, *ScolarTIC*, etc.), que están demostrando ser las principales promotoras de esta competencia.

D.- Falta de documentación sobre las herramientas disponibles, que estén lo suficientemente validadas para medir ciertas competencias.

No hay suficientes herramientas (solo unas pocas) que permitan medir las competencias abordadas, en contraposición a lo que se podría creer en un principio. Por esta razón, tampoco se ha podido disponer de un conjunto amplio de herramientas que facilitara poder elegir entre unas u otras. Las mismas han sido seleccionadas en algunos casos porque no existían otras mejores o más actuales y que estuviesen disponibles para ser utilizadas libremente (sin que hubiera que abonar nada para su uso).

La mayoría de los test o cuestionarios que se emplean en la evaluación de competencias pertenecen a instituciones que se dedican a ello profesionalmente y no han liberado los recursos y/o procedimientos para que otros investigadores puedan utilizarlos de forma gratuita. En el caso del Test de Pensamiento Crítico se tuvo que usar una versión previa a la actual, que era la única que se encontraba en la red. En otros casos, se encontraron los procedimientos pero no los cuestionarios. Por otro lado, también se descartaron las herramientas sin ningún tipo de referencia que demostrase que habían sido utilizadas con anterioridad; es decir, que hubiesen sido puestas en práctica en un trabajo de campo.

En el caso de la Herramienta de la Autoevaluación de la Colaboración y del Inventario de Ambiente de Clase Conectada, las referencias eran escasas pero existían. Ambas necesitan todavía ser validadas, mediante procesos mucho más rigurosos que los vistos, formados fundamentalmente por casos de uso aislados.

Esta situación supone un factor que limita la investigación realizada en esta tesis, pero no supone una restricción insalvable, que impida que los resultados obtenidos se consideren significativos, en relación con investigaciones futuras.

X.3.- Líneas futuras de investigación

Se pueden aplicar las mismas consideraciones previas que en el subapartado anterior. No obstante, como muestra se incluye una cuarta línea abierta, a sugerencia de mis directoras de tesis, y que la comparto por completo.

A.- Trabajar con muestras de mayor tamaño, que refuercen y respalden la investigación inicial

Esta es una forma posible de reforzar y validar la investigación realizada en esta tesis, puesto que se aportan todos los pasos para llevarla a cabo en un contexto diferente, es decir, que la investigación sea replicada con otra muestra y a mayor escala, aunque para ello se tengan que realizar ciertas matizaciones (tales como la adaptación de la rúbrica que, como ya se ha dicho, es subjetiva y necesita ser adecuada), que enriquezcan el campo de conocimiento y se adapten a la situación que se pretenda abordar.

Con ello, las investigaciones confirmativas ganarían una mayor entidad al aportar esta tesis una gran cantidad de conocimiento teórico y exploratorio que encauce las investigaciones que se planteen. Cuanto más elevado sea el número de la muestra (para el último curso de la etapa Primaria), mayor fiabilidad tendrán los resultados.

Una muestra de tamaño superior podría seguirse analizando mediante el método del caso ya que dispone de un enfoque que integra varias unidades de análisis para sacar conclusiones globales a todos ellos. Pero, por otra parte, al incrementar la muestra se podría utilizar otra

metodología de carácter exclusivamente cuantitativo, y considerarse igualmente válida para algunos miembros de la comunidad científica que la prefieran frente a las cualitativas.

No obstante, la presente tesis supone una buena aportación para las investigaciones futuras, cuyo objetivo sea el desarrollo del Pensamiento Computacional en niños, adolescentes y jóvenes, y de otras habilidades esenciales para la EF21, especialmente si se aplican en el contexto canario.

B.- Desarrollo de otras herramientas digitales que permitan medir la Resolución Colaborativa de Problemas de un modo más eficiente.

Una de las limitaciones enunciadas proporciona otra posible línea de investigación, que trabaje en el desarrollo de herramientas digitales para medir (evaluar y valorar) con mayor precisión algunas de las competencias que se han considerado en la investigación teórica de esta tesis (Capítulo V y VI).

Como se indicó en páginas previas, es necesario elaborar herramientas alternativas de carácter colaborativo que estén contextualizadas en el mundo digital que rodea a la sociedad presente y (muy previsiblemente) futura. Un rediseño y liberación de las aplicaciones y tareas propuestas por *ATC21S* supondría un paso enorme en favor del desarrollo social. La búsqueda de indicadores mediante complejos algoritmos de análisis gramatical y sintáctico requiere de un equipo de desarrollo tecnológico con una gran experiencia. Quizás seguir por el mismo camino ya iniciado por las propuestas de *ATC21S* no sea lo más idóneo para llevar el proyecto a gran escala.

Se propone que la interacción con las nuevas herramientas sea mucho más estructurada, cerrada y limitada, pero que a su vez permita realizar

un análisis de todos los indicadores que se consideren esenciales para comprobar si el proceso de Resolución Colaborativa de Problemas está teniendo éxito o no. Lo que se propone es un análisis directo e instantáneo con una limitada o nula carga subjetiva.

C.- El programa educativo para el desarrollo del Pensamiento Computacional no especifica cuál es el proceso de cambio necesario que facilite la incorporación (integración) de la metodología a las aulas existentes y al currículo (su puesta en marcha).

Algunos expertos han sugerido acertadamente que sería muy interesante conocer cómo se llevaría a cabo una integración curricular de programas semejantes al propuesto, para el desarrollo del Pensamiento Computacional desde el inicio de la escolarización; incluso la UE está estudiando esta posibilidad, comenzando por la enseñanza obligatoria (§ VI.6.4.).

Aunque desde el trabajo realizado se han dado algunas ‘píldoras’ que orienten a futuros investigadores, en ningún momento se ha abordado cómo podría llevarse a la práctica en la totalidad de los centros pertenecientes a la Comunidad Autónoma de Canarias o incluso en el resto de España.

Tal y como se adelantó en (§VI.3.1.), no se trata –con la orientación no *computación, no STEM*- de una materia con identidad curricular propia, sino de carácter transversal, y que implica no solo conocimientos técnicos, sino una cultura nueva en relación con el hecho digital (§ VI 3.). Para gestionar una transición hacia una educación verdaderamente basada en competencias, que pueda abordarse desde el desarrollo del Pensamiento Computacional, hay que encontrar el punto intermedio que una a las dos áreas que más relación guardan con él: la informática y la pedagogía (ver aportación *F* de estas conclusiones).

Los estudiantes de ambas áreas deben empezar a colaborar para enriquecerse los unos de los otros, en un 'círculo virtuoso'. Por un lado, los 'informáticos' deben tener más y mejores conocimientos pedagógicos; y por otro lado, los graduados en educación deben ganar en conocimientos y habilidades computacionales, comenzando a tener diccionarios comunes.

Solo de este modo se conseguirá una verdadera integración dentro del currículo, conociendo y dominando ambos aspectos, para posteriormente actuar con verdadero conocimiento, aprovechando toda la potencialidad de las tecnologías digitales, con innovación pedagógica y sabiendo cómo guiar y evaluar a los alumnos en la adquisición de competencias esenciales para el siglo XXI.

Por último, una línea más, de carácter de investigación para la acción:

El cambio necesario para una EF21 pertinente, centrada en los aspectos tratados en esta tesis al menos, requiere actuar sobre los dos agentes esenciales del proceso educativo: los profesores y los alumnos.

En este sentido se sugiere una doble línea a desarrollar y aplicar:

a.- Diseñar, aplicar, explicar, aprender, evaluar, volver a evaluar y acompañar a los futuros profesores en su proceso de educación inicial, en el que se les apliquen las innovaciones que se espera que ellos lleven a la escuela, colegios e institutos. Distinguiendo entre profesores de 'computación' y de otras asignaturas, ya que el propósito y pedagogía para su aprendizaje es diferente.

Desarrollar el proceso anterior en los programas de formación permanente del profesorado, que ya tiene experiencia práctica; y que el profesorado, una vez formado, siempre tenga una referencia a la que consultar, debatir y proponer.

b.- Identificar en los alumnos, desde edades tempranas, sus capacidades naturales (lo que se ha dado en llamar su talento natural, *Nature*), que en ocasiones son 'evidentes' ('las capacidades que tienes y que sabes que tienes'). Sus capacidades 'ocultas' (que todavía no ha descubierto en sí mismo, o que los demás ya 'ven' en él); y sus capacidades 'potenciales' (las que no tienes a priori y que te gustaría tener).

Este mapa hace que cada alumno sea único, y como tal hay que guiarlo y orientarlo en su aprendizaje, que cada vez será más 'individual' y 'personal'. Y esto hay que aprender cómo hacerlo.

Mediante el aprendizaje, el entrenamiento, la orientación y el guiado se pueden desarrollar (*Nurture*) las tres capacidades anteriores. Normalmente cada individuo avanzará más y con menor esfuerzo (no se cansará) en el desarrollo de las capacidades 'evidentes', en las 'ocultas' y en las 'potenciales, normalmente por este orden; todo ello sin 'determinismo' alguno a priori. Un proceso en el que hay que considerar -a cada individuo- 'diferente', por la razón que sea; y que hay que aprender e implementar a integrar a todos, desde su propia realidad.

Hay que tener en cuenta que educar y formar (EF21) consiste en: instrucción + formación del carácter; y que como consecuencia de la plasticidad del cerebro este proceso se puede desarrollar a lo largo de la vida, con distintas características en cada momento y persona. Y no solo se puede, sino que es necesario hacerlo en la Sociedad del Conocimiento y el entorno VUCA en que se vive.

En la investigación, aplicación, seguimiento, valoración y evaluación de todo este proceso es necesario tomar en consideración el esquema de la Fig. 0.6. (el modelo de las 3'-bilidades).

Referencias

(APA)

- Abrami, P. C., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Wade, A., Surkes, M. A., Tamim, R y Dai, Z. (2008). Instructional interventions affecting critical thinking skills and dispositions: A stage 1 meta-analysis. *Review of Educational Research*, 78(4), 1102-1134.
- Ackermann, E. (2001). Constructivism et Constructionism: Quell difference?. In *Constructivismes: usages et perspectives in education* (Vol. 1 et 2). Actes de Colloque. Geneva: Service de la recherche en education/Cahier 8/ September 01, Pp. 85-94.
- ACTIC. (Web page). *Acreditació de competències en tecnologies de la informació i la comunicació*. Consultado 3/13, 2017, de <http://acticweb.gencat.cat/es>
- Aguerrondo, I. (1999). El nuevo paradigma de la educación para el siglo XXI. Ponencia. *III Seminario de Altos Directivos de las Administraciones Educativas, Programa Ibermade*. OEI, La Habana, junio de 1999. Consultado 13 febrero 2017 en: <http://campus-oei.org/administracion/aguerrondo.htm>
- Alexander, R. J. (1997). *Policy and practice in primary education: local initiative, national agenda* (2nd ed.). London, U.K.: Routledge.
- Allen, J., & Van der Velden, R. (2011). *The flexible professional in the knowledge society: New challenges for higher education*. The REFLEX Project. Paris, France: Springer Science & Business Media.
- Álvarez Álvarez, C., & San Fabián Maroto, J. L. (2012). La elección del estudio del caso en investigación educativa. *Gazeta de Antropología*, 28(1), no pp. Consultada 17 abril 2017 en: <http://www.gazeta-antropologia.es/wp-content/uploads/G28-1-14-CarmenAlvarez-JoseLuisSanFabian.pdf>
- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in context: Update to" the social psychology of creativity."* Boulder, CO, USA: Westview press.

Amabile, T. M. (1988b). How to kill creativity: Keep doing what you're doing or, if you want to spark innovation, rethink how you motivate, reward, and assign work to people. *Harvard Business Review*, 77-87.

Amón, R. (2008, 8 mayo). Alain Touraine: "El problema de hoy no es el 68, como dice Sarkozy, sino la regresión que trae consigo el liberalismo a ultranza". *Madrid: Revista de Actividad Cultural*.

Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). *21st century skills and competences for new millenium learners in OECD countries* (Orientativo No. 41). Paris, France: OECD Publishing. doi: <http://dx.doi.org/10.1787/218525261154>

Anderson, M. (1992). *Intelligence and development: A cognitive theory*. Oxford, UK: Blackwell.

Andrade, H. G. (1997). Understanding rubrics. *Educational Leadership*, 54(4), 14-17.

Andrade, H. G. (2005). Teaching with rubrics: The good, the bad, and the ugly. *College Teaching*, 53(1), 27-31.

Angelo, T. A., & Cross, K. P. (1993). *Classroom assesment techniques: A handbook for college teachers*. San Francisco, CA, USA: Jossey-Bass.

Aranguren, M. (2014). Validez de constructo del Test de Pensamiento Creativo de Torrance en una muestra de jóvenes argentinos. *Anuario De psicología/The UB Journal of Psychology*, 44(1), 55-70.

Arendt, H. (2016). *The crisis in education (1954)*. The Digital Counter-Revolution.

Consultado 12/19, 2016, en <http://www.thecriticalreader.com/wp-content/uploads/2016/07/ArendtCrisisInEdTable.pdf>

- Atan, H., Azli, N. A., Rahman, Z. A., & Idrus, R. M. (2002). Computers in distance education: Gender differences in self-perceived computer competencies. *Journal of Educational Media*, 27(3), 123-135.
- Trilling, B. & Fadel Ch. (ATC21S) (2009). *21st Century Skills. Learning for Life in Our Times*. San Francisco, CA, USA: Jossey-Bass.
- Aula Planeta. (2015). *Cómo desarrollar el pensamiento crítico de tus hijos [infografía]*. Consultada 4/28, 2017, en <http://www.aulaplaneta.com/2015/06/30/en-familia/como-desarrollar-el-pensamiento-critico-de-tus-hijos/>
- Aula Planeta. (2016). *Tony wagner: Su visión educativa en diez puntos*. Consultada marzo/2017, 2017, en <http://aulaplaneta.com/2016/03/16/recursos-tic/tony-wagner-su-vision-educativa-en-diez-puntos/index.html>
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanessian, H. (1978). *Educational Psychology: A Cognitive View* (2nd ed.). New York, NY, USA: Holt, Rinehart and Wilson.
- Bacharach, N. L., Heck, T. W., & Dahlberg, K. R. (2011). What makes co-teaching work? identifying the essential elements. *College Teaching Methods & Styles Journal (CTMS)*, 4(3), 43-48.
- Balanskat, A., & Engelhardt, K. (2015). *Computing our future computer programming and coding priorities, school curricula and initiatives across europe*. Brussels, Belgium: European Schoolnet (EUN Partnership AIBSL).
- Balanskat, A., & Engelhardt, K. (2015b). *INFOGRAPHIC: Coding at school — how do EU countries compare?* Consultado 3/30, 2017, en <http://www.euractiv.com/section/digital/infographic/infographic-coding-at-school-how-do-eu-countries-compare/>

Ballester Vallori, A. (2002). *El aprendizaje significativo en la práctica*.

Cómo hacer el aprendizaje significativo en el aula. (Seminario de aprendizaje significativo. Palma de Mallorca, Baleares, España: Propio autor). Consultado 01/15/17 en:

http://www.aprendizajesignificativo.es/mats/El_aprendizaje_significativo_en_la_practica.pdf

Bangert-Drowns, R. L., & Bankert, E. (1990). Congreso. *Meta-Analysis of Effects of Explicit Instruction for Critical Thinking*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Boston, MA, USA. Consultado 7 enero 2017 en:

<http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED328614.pdf>

Barberà, E., Bautista, G., Espasa, A., & Guasch, T. (2006). Portfolio electrónico: Desarrollo de competencias profesionales en la red. *RUSC*, 3(2), 1-12.

Baronett, L. A. (2015). *What is computational thinking and why should you care?*

Robomatter, Robot Virtual Worlds. Center for Computational Thinking. Consultado 3/22, 2017, en <http://www.robotc.net/blog/2015/09/30/computational-thinking/>

Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*, 20-23.

Basogain Olabe, X., Olabe Basogain, M. A., & Olabe Basogain, J. C. (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. *RED, Número monográfico sobre "Pensamiento computacional", XIV (46)* doi:10.6018/red/46/3

Basu Roy, R., & McMahon, G. T. (2012). Video-based cases disrupt deep critical thinking in problem-based learning. *Medical Education*, 46(4), 426-435.

- Battro AM, Fischer KW, Léna PJ, editors. (2008). *The educated brain: Essays in Neuroeducation*. Cambridge, U.K.: Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- Battro, A. M., Fischer, K. W., & Léna, P. J., Eds (2008). In Battro A. M. (Ed.), *The educated brain: Essays in neuroeducation*. Cambridge, MA, USA: Cambridge University Press.
- BBC Bitesize. (Web page). *The Mind Set from Bitesize. Smart revision advice from exam survivors*. Consultado 3/26, 2017, en <http://www.bbc.co.uk/education>
- Bell, D. (1999). *The coming of post-industrial society. A venture in social forecasting*. (Special Anniversary Edition ed.). New York, NY, USA: Basic Books.
- Bender, W., & Urrea, C. (2015). *Visualizing Learning in Open-Ended Problem Solving in the Arts*. RED, número monográfico sobre: "Pensamiento computacional y competencias para la codificación", XIV, 46(2). 1-19. Murcia, España: Universidad de Murcia. doi:10.6018/red/46/2
- Benington, H. D. (1983). Production of large computer programs. *Annals of the History of Computing*, 5(4), 350-361.
- Berdik, C. (Nov. 23 2015) *Can coding make the classroom better?* SLATE, New America and Arizona State University. Consultado 02/14/17 en: http://www.slate.com/articles/technology/future_tense/2015/11/computational_thinking_teaches_kids_coding_collaboration_and_problem_solving.html
- Berger, T., & Frey, C. B. (2016). *Digitalization, jobs, and convergence in europe: Strategies for closing the skills gap to foster e-leadership skills development in Europe*. Brussels, Belgium: Comisión Europea. Consultado 01/15/17 en Oxford Martin School www.oxfordmartin.ox.ac.uk.

- Bitesize. Computer Science. BBC (Web page). *Computational thinking*. Consultado 3/26, 2017, en <http://www.bbc.co.uk/education/topics/z7tp34j>
- Blázquez Abella, A. (2014). Competencias digitales para padres y educadores. En S. Lluna y J. Pedreira «Wicho» (Ed.). *Los nativos digitales no existen* (edición Kindle). Barcelona, España: Deusto. Grupo Planeta.
- Blikstein, P. (2013b) (Web page). *Seymour Papert Tribute at IDC 2013*. Stanford Graduate School of Education. Consultado 3/19, 2017, en: https://tltl.stanford.edu/papert_tribute
- Bloglovin, D. (2015) (Web page). *Metacognition: Helping students assess their own learning*. Consultado 12/28, 2016, en: <http://www.lightbulbsandlaughter.com/2014/12/metacognition-helping-students-assess.html>
- Bluck, E., & Carter, A. (2016). *The e-skills manifesto*. Brussels, Belgium: European Schoolnet (EUN Partnership AISBL).
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhard, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education. Implications for policy and practice* (Exploratorio No. EUR 28295 EN). Sevilla, España: European Commission, Joint Research Centre. doi: 10.2791/792158
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K., K., P., et al. (2016). *Exploring the field of computational thinking as a 21st century skill*. Paper presented at the *Proceedings of EDUlearn 2016*. 8th Annual International Conference on Education and New Learning Technologies. Barcelona, España. pp. 4725-4733. doi:10.21125/edulearn.2016.2136

- Bocconi, S., Kampylis, P., & Punie, Y. (2012). *Innovating teaching and learning practices: Key elements for developing creative classrooms in europe*. *E-Learning Papers*, (30), 1-13.
- Boden, M. A. (2004). *The creative mind: Myths and mechanisms*. 2nd edition. New York, NY, USA: Routledge.
- Böhme, G., & Sethr, N. E. (1986). *The knowledge society: the growing impact of scientific knowledge on social relations*. Dordrecht, Holland: D. Reidel Publishing Company.
- Boring, E. G. (1923, June, 6). Intelligence as the tests test it. *New Republic*, 35-37.
- Boston Public Schools. (Web page). *Computer science in BPS*. Consultado 3/25, 2017, en <http://www.bostonpublicschools.org/domain/2054>
- Boud, D. (1985). Problem-based learning in Perspective in Boud, D. (ed.) *Problem-Based Learning in Education for the Professionals*. Sydney, Australia: HERDSA.
- Boud, D., & Feletti, G. (1997). *The challenge of problem-based learning*. 2nd Edition. London, U.K.: Kogan Page.
- Boyatzis, R. E. (2008). Competencies in the 21st century. *Journal of Management Development*, 27(1), 5-12. doi:10.1108/02621710810840730
- Brannon, M. (2016). *What is computational thinking and why is it important? A new role for students*. Guest Blog. Ohio Department of Education. Consultado 2/17, 2017, en <https://education.ohio.gov/Media/Extra-Credit-Blog/November-2016/GUEST-BLOG-What-is-Computational-Thinking-and-Why>
- Bronfenbrenner, U. (1981). *The ecology of human development. Experiments by nature and design*. Cambridge, MA, USA: Harvard University Press.

- Brooke Donald. (2016) (Web page). *Blikstein, google develop new platform to learn computer programming*. Stanford Graduate School of Education. Consultado 3/23, 2017, en <https://ed.stanford.edu/news/gse-researcher-works-google-new-platform-help-kids-learn-code>
- Bryant, D. P., Bryant, B. R., & Smith, D. D. (2016). *Teaching students with special needs in inclusive classrooms*. Thousand Oaks, CA, USA: Sage Publications.
- Bueno, G. (1980). *El individuo en la historia* (Discurso inaugural del curso 1980-1981). Oviedo, España: Universidad de Oviedo (Ed.).
- Bueno, G. (1996a). *El sentido de la vida: seis lecturas de filosofía moral*. Oviedo, España: Pentalfa Ediciones.
- Bueno, G. (1996b). *El animal divino*. Oviedo, España: Pentalfa Ediciones.
- C21: Canadians for 21st Century Learning & Innovation. (2016). *Shifting minds 4.0*. Consultado marzo/2, 2017, en <http://c21canada.org/sh/>
- Cacho Vicente, L. I. (2015). *La educación del ser. Un nuevo paradigma educativo para el desarrollo del talento*. Fundación Promete. Madrid, España: Fundación Promete (Ed.). Consultado 01/18/17 en: <http://www.promete.org/files/La-Educaci%C3%B3n-del-Ser-Dossier.pdf>
- Cambra, C., & Silvestre, N. (2003). Students with special educational needs in the inclusive classroom: Social integration and self-concept. *European Journal of Special Needs Education, 18*(2), 197-208.
- Campbell, D. T. (1988). *Methodology and Epistemology for Social Sciences: Selected Papers*. E. Samuel Overman (Ed.). Chicago, IL, USA: University of Chicago Press.

- Cancela, R., Cea, N., Galindo, G. & Valilla, S. Informe. Trabajo de clase. (2010). Metodología de la investigación educativa: Investigación ex post facto. *Trabajo de alumnos, Educación Especial. UAM. Madrid, España: UCM. Consultado 01/10/17 en:* https://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso_10/EX-POST-FACTO_Trabajo.pdf
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. Cambridge & New York: Cambridge University Press.
- Caron A. (2011). *Être attentive, c'est bien... Persister, c'est mieux!* Quebec, Canada: Chenélière Education.
- Carr, N. (2010). *The shallows: What the internet is doing to our brains* (Kindle ed.). New York & London: W.W. Norton & Company.
- Carroll, J. B. (1989). Factor analysis since Spearman: Where do we stand? What do we know?. In R. Kanfer, P.L. Ackerman & R.Cudeck (Eds.) (Ed.), *Abilities, motivation & methodology*. Hillsdale, NJ, USA: Lawrence Erlbaum.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytical studies*. New York, USA: Cambridge University Press.
- CAS (Barefoot). (Web page) (2015). *Home page*. Consultado 3/26, 2017, en <http://barefootcas.org.uk/>
- Castells, M. (1999). *La era de la información: Economía, sociedad y cultura: La sociedad red*. México DF, Mexico: Siglo XXI.
- Castells, M. (2001). *La galaxia internet*. Barcelona, España: Plaza & Janes Ed.

- Castells, M. (2005, 2006). *La era de la información. economía, sociedad y cultura*
vol.I.- la sociedad red.
vol.II.- el poder de la identidad.
vol II.- fin del milenio. (Nueva Edición ed.). Barcelona, España: Alianza Editorial.
- Castells, M. (2009). *Comunicación y poder.* Madrid, España: Alianza Editorial.
- Castells, M. (2012). *Redes de indignación y de esperanza: Los movimientos sociales en la era de internet.* Madrid, España: Alianza Editorial.
- Castells, M. (2006a). Informacionalismo, redes y sociedad red: una propuesta teórica. *La sociedad red: una visión global.* M. Castells Ed. Madrid, España: Alianza Editorial.
- CATPE. (2014). *Informe CATPE Transición de Canarias hacia la Sociedad del Conocimiento. Propuestas de desarrollo para el crecimiento inteligente, sostenible e integrador de Canarias* Nº. VI). Coordinador General. F. Rubio Royo. Las Palmas de Gran Canaria, España: Catpe.
- Cattell, R. B. (1941). Some theoretical issues in adult intelligence testing. *Psychological Bulletin*, 38, 592.
- Cedefop. (Web page) (2008). *Terminología de la política europea de educación y formación.* Europass. Abrir puertas al trabajo y a la formación en Europa. Consultado febrero/23, 2017, en <https://europass.cedefop.europa.eu/es/education-and-training-glossary>
- Cenoz Iragui, J. (Web page) *El concepto de competencia comunicativa.* Centro Virtual Cervantes. Biblioteca del profesor. Consultado febrero/23, 2017, en http://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/antologia_didactica/enfoque_comunicativo/cenoz01.htm

- Chang, S., Eleftheriadis, A., & McClintock, R. (1998). Next-generation content representation, creation, and searching for new-media applications in education. *Proceedings of the IEEE*, 86(5), 884-904.
- Chávez-Eakle, R. A. (2010). The relevance of creativity in education. *New Horizons for Learning*, 13 abril 2017.
- Cheong Cheng, Y. (2005). *New paradigm for re-engineering education: Globalization, localization and individualization*. Dordrecht, The Netherlands: Springer Science & Business Media.
- Chomsky, N. (1965). *Aspects of the theory of syntax*. Cambridge, MA, USA: MIT Press.
- Chua Celes blog. (Web page). *[Manifiesto] 10 rules of a great conversationalist*. Consultado 4/13, 2017, from <https://personalexcellence.co/blog/conversation-manifesto/>
- Chung, L., & do Prado Leite, J. (2009). On non-functional requirements in software engineering. En *Conceptual Modeling: Foundations and Applications*, (pp. 363-379). Heidekberg/Berlin, Germany: Springer.
- CNIIE, Blog (Actualización periódica). *Enseñanza tradicional versus enseñanza por competencias*. Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa. Consultado marzo/1, 2017, en <http://blog.educalab.es/cniie/2013/04/21/ensenanza-tradicional-versus-ensenanza-por-competencias/>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (Sixth Edition). Milton Park, Abingdon, Oxon, U.K.: Routledge. Taylor & Francis Group.
- Colegio Cristo Rey (Web page). *¿Qué es el aprendizaje cooperativo?* Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa. Consultado 23/12, 2016, en http://www.colegiocristorey.org/?page_id=714

- Comisión Europea. (2004a). Europe Direct. *Competencias clave para el aprendizaje permanente. Un Marco de Referencia Europeo*. Bruselas, Bélgica. Consultado 02/15/17, en: <http://www.mecd.gob.es/dctm/ministerio/educacion/mecu/movilidad-europa/competenciasclave.pdf?documentId=0901e72b80685fb1>
- Cook, T. D., & Reichardt, C. S. (1986). *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa [Qualitative and quantitative methods in evaluation research]* (G.Solana Trans.). (1ª ed.). Madrid, España: Morata, S.L.
- Cornu, B. (1995). New technologies: Integration into education. En *Integrating information technology into education* (pp. 3-11) Heidelberg/Berlin, Germany: Springer.
- Coronado, J. L. (2016). *Entrevista a Miguel Zapata-Ros INED21*. Consultado 12/18, 2016, en <http://ined21.com/entrevista-miguel-zapata-ros/>
- Cox, M., Webb, M., Abbott, C., Blakeley, B., Beauchamp, T., & and Rhodes, V. (2003). *ICT and pedagogy. A review of research literature*. (ICT in Schools Research and Evaluation Series. Department for Education and Skills (DfES) No. 18). London, UK: Becta.
- Cox, M. T. (2005). Metacognition in computation: A selected research review. *Artificial Intelligence*, 169(2), 104-141. doi: <https://doi.org/10.1016/j.artint.2005.10.009>
- Cronin, P., Ryan, F., & Coughlan, M. (2008). Undertaking a literature review: A step-by-step approach. *British Journal of Nursing*, 17(1), 38.
- Crutchfield, O. S. L., Harrison, C. D., Haas, G., Garcia D.D., H., S.M., Lewis, C. M., & Khooshabeh, P., (2011). Berkeley foundation for opportunities in information technology (BFOIT): A decade of broadening participation. *ACM Transactions on Computing Education*, 11(3), 1-24. doi:10.1145/2037276.2037279
- Cubeiro, J. C. (2012). *Del capitalismo al talentismo. Claves para triunfar en la nueva era*. Barcelona, España: Deusto (Grupo Planeta).

- Cuhls, K. (2003). Delphi method. *Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Report. Germany.*
- Cuny, J. (2015). *Computer science principles* (NSF- 15-101 ed.). Washington, D.C., USA: NSF.
- D'Angelo, E., & Rusinek, G. (2011). *Proyecto COMBAS: Informe de evaluación externa* (30 septiembre de 2011. Desarrollo Curricular Competencias Básicas. Ministerio de Educación, España. Consultado 02/15/17 en: <http://anele.org/jornada-anele2014/Carpeta%20II.%20El%20Proyecto/Informes%20de%20Evaluacion%20Prime ra%20fase%202010%20-%202011/Informe%20de%20evaluacion%20externa%20COMBAS.pdf>.
- Dalkey, N. C. (1972). *Studies in the quality of life; delphi and decision-making*. Lexington, MAS, USA: D.C. Heath. Lexington, MA, USA: D.C. Heath.
- Dans, C. (2017). En Los nativos digitales no existen, son los padres. *Los nativos digitales no existen. Cómo educar a tus hijos para un mundo digital* (Edición Kindle). Barcelona, España: Deusto. PAPP. Grupo Planeta.
- Datta, L. (1990). *Case Study Evaluations*. GAO/PEMD-91-10.1.9. November. USA Accounting Office.
- De Freitas, S., & Liarokapis, F. (2011). *Serious games: A new paradigm for education?* In Minhua Ma (Ed.), *Serious games and edutainment applications* (pp. 9-23). London, U.K.: Springer.
- De Haan, R. L. (2009). Teaching creativity and inventive problem solving in science. *CBE Life Sci Educ.*, 8(3), 172-181. doi:10.1187/cbe.08-12-0081

- De Jong, T., van Gog, T., Jenks, K., Manlove, S., van Hell, J., Jolles, J., et al. (2008). *Explorations in learning and the brain: On the potential of cognitive Neuroscience for educational science*. The Hague, NL.: NWO, Netherlands Organization for Scientific Research.
- Dede, C. (2010). *Comparing frameworks for "21st century skills"*. In J. Bellanca & R. Brandt (Eds.), *21st century skills: Rethinking how students learn*. (pp. 51-75). Bloomington, IN, USA: Solution Tree Press.
- Dede, C., Mishra, P., & Voogt, J. (2013). *Advancing computational thinking in 21st century learning*. Paper presented at the *Proceedings International Summit in ICT on Education (EDU SUMMIT)*, Washington, D.C., USA. , Working Group 6.
- Quartz Media (Producer), & Delaney, K. J. (Director). (2017, February 2017). *Bill Gates: The robot that takes your job should pay taxes*. [Video/DVD] New York, N.Y., USA: Atlantic Media Co.
- Delors, J. (1993). *Crecimiento, competitividad, empleo. retos y pistas para entrar en el siglo XXI. Libro blanco*. (No. Suplemento 6/93 del Boletín de las CE). Bruselas-Luxemburgo.: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- Delors, J. (1997). *La educación encierra un Tesoro*. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI. Paris, France: UNESCO.
- DeSeCo_OCDE (Web page). *Definition and selection of competencies (DeSeCo)*. Consultado marzo/1, 2017, en <http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/definitionandselectionofcompetenciesdeseco.htm>
- DeSeCo_OECD. (2003). *Definition and selection of competencies: Theoretical and conceptual foundations (DeSeCo) "key competencies for a successful life and a well-functioning society"* (No. Summary of the Final Report). Paris, France: OECD.

Dewey, J. (1910). *How we think* (Collection Harvard University. ed.). Boston, MA, USA.:

D.C.Heath & Co., Pubs.

Díaz, A. (2012). La concepción de la persona en Jacques Maritain: desde la noción de individuo a la de libertad personal. *Polis [en línea]. Revista Latinoamericana 15/2006.*

Publicado el 04 agosto 2012, consultado el 2 mayo 2017. Acceder en:

<http://polis.revues.org/4874>

Díez, R., & Cabrera, M. (2014). Padres analógicos frente a huérfanos digitales. In S. LLuna y

J. Pedreira «Wicho » (Ed.), *Los nativos digitales no existen* (edición Kindle). Barcelona,

España: Deusto. Grupo Planeta.

Dorling, M. (2016). *Computational thinking rubric: Learning behaviours, dispositions and perspectives*. Computing At School. Consultado 3/22, 2017, en

<https://community.computingschool.org.uk/resources/4793>

Dorling, M. (2017). *CAS computational thinking. A guide for teachers*. Consultado 3/22,

2017, en <https://community.computingschool.org.uk/resources/2324>

Dredge, S. (Thursday 4 september 2014). Coding at school: A parent's guide to england's new computing curriculum. From the start of the new term, children as young as five will be learning programming skills in the classroom. *The Guardian*.

Drucker, P. (1959). *Landmarks of tomorrow*. New York, NY, USA: Harper & Brothers, Publishers.

Drucker, P. (1967). *The Effective Executive* (reedición 2002). New York, NY, USA: Harper Collins Publishers.

Drucker, P. (2013). *La sociedad postcapitalista [Post-Capitalist Society]*. Barcelona, España: Apostrofe.

Duckworth, A. (2016). *GRIT. The power of passion and perseverance*. New York, NY, USA.: Scribner.

Dwyer, K. K., Bingham, S. G., Carlson, R. E., Prisbell, M., Cruz, A. M., & Fus, D. A. (2004). Communication and connectedness in the classroom: Development of the connected classroom climate inventory. *Communication Research Reports*, 21(3), 264-272.

Easterbrook, S. (2014). *From computational thinking to systems thinking: A conceptual toolkit for sustainability computing*. Paper presented at the Proceedings of the 2nd International Conference on Information and Communication Technologies for Sustainability., Stockholm, Sweden. pp. 235-245. doi:10.2991/ict4s-14.2014.28

ECT. (Web page). *Exploring Computational Thinking*. Consultado 05/07 en <https://edu.google.com/resources/programs/exploring-computational-thinking/>

Education & Training 2020. (Web page). *Strategic framework – education & training 2020*. Consultado 3/29, 2017, en http://ec.europa.eu/education/policy/strategic-framework_en

Edutopía. (2012). *A parent's guide to 21st-century learning (en español)*. 21st-Century Learning Creates New Roles for Students -- and Parents, 1-10.

Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case-study research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.

Elesapien's Blog. (2014) (Web page). *Pensamiento Crítico: educando ciudadanos competentes*. Consultado 08/23, 2016, en <https://www.elsesapiens.com/blog/pensamiento-critico-educando-ciudadanos-competentes/>

- Elliot, A. J., & Harackiewicz, J. M. (1994). Goal setting, achievement orientation, and intrinsic motivation: A mediational analysis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 66(5), 968-980.
- Elliott, J. (1993). *El cambio educativo desde la investigación-acción* Ediciones Morata. (3ª edición). Madrid, España: Ediciones Morata.
- enGauge 21st Century Skills. (2003). In North Central Regional Educational Laboratory and the Metiri Group (Ed.), *Literacy in the digital age*. San Diego, CA, USA: PICT (People Information and Communication Technologies).
- Ennis, R., & Paulus, D. (1965). *Deductive reasoning in adolescence-critical thinking readiness in grades 1-12, phase 1* (Rep. No. CRP-1680). State University of New York, Ithaca, College of Agriculture at Cornell University.
- Ennis, R. H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational Leadership*, 43(2), 44-48.
- Ennis, R. H., Millman, J., & Tomko, T. N. (2005). Cornell Critical Thinking Tests Level X & Level Z Manual: [includes administration, scoring, validity, user norms, reliability, consistency, item analysis, answers]. Consultado 11/14/17, en:
<http://www.worldcat.org/title/cornell-critical-thinking-tests-level-x-level-z-manual-includes-administration-scoring-validity-user-norms-reliability-constistency-item-analysis-answers/oclc/820375383?ht=edition&referer=di>
- Equipo TIC_Departamento de Educación Política Lingüística y Cultura. (2015). *Competencia Digital Docente*. Vitoria, España: Gobierno Vasco. Consultado 12/15/17, en:
http://digitala.berritzegunenagusia.eus/wp-content/uploads/2016/02/2015_CompetenciaDigitalDocente.pdf

- Erstad, O. (2013). Trajectories of Remixing, In Colin Lankshear and Michele Knobel (General Editors) (Ed.), *A New Literacies Reader, Educational Perspectives*, (pp. 38-56). New York, N.Y., USA: Peter Lang.
- Esteve, F., Adell, J., & Gisbert, M. (2013, 4 y 5 julio). El laberinto de las competencias clave y sus implicaciones en la educación del siglo XXI. Paper presented at the *II Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa (CIMIE)*, Tarragona, España.
- EUR-Lex. (2016). *Aprendizaje permanente: competencias clave (2006)*. Consultado marzo/2, 2017, en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=URISERV:c11090>
- European Commission/EACEA/Eurydice. (2012). *Developing key competences at school in europe: Challenges and opportunities for policy. Eurydice Report*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi: 10.2797/93204
- Expósito, J., Olmedo, E., & Cano, A. F. (2004). Patrones metodológicos en la investigación española sobre evaluación de programas educativos. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*. Consultado el 2 mayo 2017 en: http://www.uv.es/relieve/v10n2/RELIEVEv10n2_2.htm
- Eysenck, H. J. (1998). *Intelligence: A new look*. London, UK: Transaction Press.
- Fang, Z. (1996). A review of research on teacher beliefs and practices. *Journal Educational Research*, 38(1), 47-65.
- Fernández Alarcón, V. (2006). *Introducción a la investigación en ciencias sociales*. Working paper. Consultado 8 abril 2017, en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/501/Introducci%C3%B3n%20a%20la%20investigaci%C3%B3n%20en%20ciencias%20sociales.pdf>;

- Fernández López, Á., Rodríguez Fórtiz, M. J., Rodríguez Almendros, M. L., & Martínez Segura, M. J. (2013). Mobile learning technology based on iOS devices to support students with special education needs. *Computers & Education, 61*, 77-90.
- Ferrari, A. (2013). *DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe*. Scientific and Policy Report. Sevilla, España: European Commission. Joint Research Centre. Institute for Prospective Technological Studies.
- Ferrini-Mundy, J., Kurose, J. & Garg, K. (2016) (White House Blog). *Computer science is for all students!*. May 16. Consultado 3/19, 2017, en <https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/05/16/computer-science-all-students>
- Ferry, G. (2004). *Le trajet de la formation: Les enseignants entre la théorie et la pratique*. Paris, France: L'Harmattan.
- Fisher, R. (1998). Thinking about thinking: Developing metacognition in children. *Early Child Development and Care, 141*(1), 1-15. doi: DOI: 10.1080/0300443981410101
- Flavell, J. H. (1979). *Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive developmental inquiry*. *American Psychologist, 34*(10), 906-911-906-911.
- Fleming, S. M., & Frith, C. D. (2014). *The cognitive neuroscience of metacognition*. Berlin, Germany: Springer-Verlag.
- Fonagy P, & Target M. (2002). Early intervention and the development of selfregulation. *Psychoanalytic Quarterly, 22*, 307-335.
- Fondo Económico Mundial (WEF). (2016). *The fourth industrial revolution: What it means, how to respond*. Consultado 10/25, 2016, en <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>

- Frade Rubio, L. (2008). *Desarrollo de competencias en educación: desde el preescolar al bachillerato* (2ª ed.). México, D.F., México: Inteligencia Educativa.
- Freudenthal, H. (2006). *Revisiting mathematics education: China lectures*. Paris, France: Springer Science & Business Media.
- Fundación Everis. (2012). *Transforma talento*. Madrid, España: Fundación Everis.
- Fundación Telefónica. (2012). *Informe anual 2012*. Madrid, España: Fundación Telefónica.
- Fundación Telefónica. (2013). 20 Claves Educativas para el 2020. ¿Cómo debería ser la educación del siglo XXI? *Encuentro Internacional de Educación*. Red AGE. 2012-2013, 1-47.
- Fundación Telefónica. (2016). *La Sociedad de la Información en España 2015*. (Informe Anual No. 35). Barcelona, España: Ariel.
- Fundación Telefónica, (2016). *Prepara tu escuela para la Sociedad Digital. Claves para sumarse al cambio*. Equipo de Innovación Educativa. Madrid, España: Fundación Telefónica.
- Gairín Sallán, J., Castro Ceacero, D., Díaz-Vicario, A., Rodríguez Gómez, D., Mercader Juan, C., Bartrina Andrés, M. J., et al. (2014). *Estudio sobre los usos y abusos de las Tecnologías de la Información y Comunicación en adolescentes* (investigación, subvencionada por la Fundación Mapfre No. 135). Madrid, España: Fundación Mapfre. Consultado: 02/15, 2017, en https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1079827
- Gaitán, V. (2013, 15 octubre). Gamificación: el aprendizaje divertido. *Artículos Blog Educativa*. Consultado: 02/16, en <http://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-el-aprendizaje-divertido/>

- Galbraith, J.K. (2005). *The new industrial state*. (2nd Edition). Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- García (Kirai), H., & Miralles, F. (2016). *Ikigai. Los secretos de Japón para una vida larga y feliz*. Barcelona, España: Urano.
- García de Diego, S. (2012). *Riesgos y vulnerabilidad en línea relacionados con la explotación sexual – un estudio dirigido por jóvenes en LATINOAMÉRICA*. Bangkok, Thailand: ECPAT International.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York, NY, USA: Basic Books.
- Gardner, H. (1999). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century*. New York, NY, USA: Basic Books.
- Gazzaniga, M. S., & Mangun, G.R., Eds in Chief. (2014). *The cognitive neurosciences* (Fifth Edition ed.). Cambridge, Mass., USA: The MIT Press.
- Gentile, P., & Bencini, R. (2000). Construindo competências. Entrevista com Philippe Perrenoud, Universidade de Genebra. O objetivo da escola não deve ser passar conteúdos, mas preparar - todos - para a vida em uma sociedade moderna. *Nova Escola, Brasil*, 19-31.
- Gesvin Romero, B. *7 Beneficios de la Educación Basada en Competencias*. Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. Monterrey, Mexico: Tecnológico de Monterrey. Consultado marzo/1, 2017, en <https://gesvin.wordpress.com/2015/02/13/7-beneficios-de-la-educacion-basada-en-competencias-ebc/>
- Global Family Research Project. (2017), (Web page). *Home page*. Consultado 3/23, 2017, en <https://globalfrp.org/>

Goleman, D. (1996 (1ª edición digital 2010)). *Inteligencia emocional [Emotional Intelligence]* (David González Raga y Fernando Mora Trans.). Barcelona, España: Kairós. Consultado 02/22, 2017, en https://www.amazon.es/INTELIGENCIA-EMOCIONAL-Daniel-Goleman-ebook/dp/B006GA4Y0A/ref=sr_1_1?s=books&ie=UTF8&qid=1483614130&sr=1-1&keywords=DANIEL+GOLEMAN

Goleman, D. (1998). *La práctica de la inteligencia emocional*. Barcelona, España: Kairós. Consultado 02/22, 2017, en http://pmayobre.webs.uvigo.es/master/textos/evangelina_garcia/practica_inte_emocional.pdf

Google Research Group. (2016). *Project bloks: Making code physical for kids*. Consultado 3/22, 2017, en <https://research.googleblog.com/2016/06/project-bloks-making-code-physical-for.html> ; <https://projectbloks.withgoogle.com/>

Gordon, A. M., & Browne, K. W. (2014). *Beginnings & beyond: Foundations in early childhood education* (9th ed.). Belmont, CA, USA: Wadsworth, Cengage Learning.

Gottfredson, L. S. (1997). Mainstream science on intelligence: An editorial with 52 signatories, history, and bibliography. *Intelligence (Editorial)*, 24(1), 13-24. Consultado el 2 mayo 2017 en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.366.7808&rep=rep1&type=pdf>

Gov. UK. Department for Education. (2013). *Statutory guidance. national curriculum in England: Computing programmes of study*. Consultado 3/26, 2017, en <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>

- Greelish, D. (2013, April 02). *An interview with computing pioneer Alan Kay*. Time Tech Interviews, Consultado 02/16/17 en <http://techland.time.com/2013/04/02/an-interview-with-computing-pioneer-alan-kay/>
- Griffin, P., McGaw, B., & Care, E. (2012). *Assessment and teaching of 21st century skills* Heidelberg/Berlin, Germany: Springer.
- Griffin, P., Care, E., & Editors. (2015). *Assessment and teaching of 21st century skills. Methods and approach*. New York, N.Y., USA: Springer.
- Grover, S. (2013). *Learning to code isn't enough*. Consultado 3/19, 2017, en <https://www.edsurge.com/news/2013-05-28-opinion-learning-to-code-isn-t-enough>
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12 A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43. doi: 10.3102/0013189X12463051
- Grupo CIFO. (2017), (Web page). *Grupo Consolidado de Investigación por la Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca*. UIB. Consultado 03/01, 2017, en <http://grupsderecerca.uab.cat/cifo/content/presentaci%C3%B3n>
- Guilford, J. P. (1967). Creativity: Yesterday, today and tomorrow. *The Journal of Creative Behavior*, 1(1), 3-14.
- Gupta, U. G., & Clarke, R. E. (1996). Theory and applications of the delphi technique: A bibliography (1975–1994). *Technological Forecasting and Social Change*, 53(2), 185-211.
- Gutierrez, A. (2017, March 6). 10 skills modern teachers need. *Edudemic. Connecting Education & Technology*. Consultado 03/13, 2017, en <http://www.edudemic.com/10-skills-modern-teachers-need/>

- Guzdial, M. (1997). *Constructivism vs. Constructivism vs. Constructionism* (Notes Personal Commentary). Atlanta, GE, USA: College of Computing. EduTech Institute. GUV Center.
- Hacker, D. J., Dunlosky, J., Graesser, A. C., & (Editors.). (2009). *Handbook of metacognition in education*. New York, N.Y., USA: Routledge. Taylor & Francis Group.
- Hall, R. M., & Sandler, B. R. (1982). The classroom climate: A chilly one for women? En *Project on the Status and Education of Women*. Washington D.C., USA: Association of American Colleges.
- Hargittai, E., & Walejko, G. (2008). The participation divide: Content creation and sharing in the digital age 1. *Information, Community and Society*, 11(2), 239-256.
- Hart, C. (1998). *Doing a Kiteratura Review. Releasing the Social Science Research Imagination*. London/Thousand Oaks/New Delhi: Sage Publications.
- Haverland, M., & Blatter, J. (2012). *Two or Three Approaches to Explanatory Case Study Research?* Annual Meeting of the American Political Science Association, New Orleans, LA, August 30-September 2. Panel 8-10. "Quantitative Qualitative Research"
- Heinl Walderman, V. (2013). *Art creativity test great for a first day*. Her former blog has been deleted. Se pueden buscar sus colecciones de figuras e imagines ("Virginia Heinl's ART Blog 8th grade sketchbook") en Pinterest. Consultado 09/09, 2016, en <https://es.pinterest.com/pin/381750505886622749/>
- Helmer, O., & Rescher, N. (1959). On the epistemology of the inexact sciences. *Management Science*, 6(1), 25-52.
- Hernández Pina, F., Buendía Eximan, L., & Colás Bravo, P. (1997). *Métodos de investigación en psicopedagogía*. Madrid, España: McGraw Hill.

- Hernández-Sanpelayo Matos, M. (2007). *La educación del carácter*. Madrid, España: S.A. EIUNSA. EDICIONES INTERNACIONALES UNIVERSITARIAS.
- Hernando Calvo, A. (2016). *Viaje a la escuela del siglo XXI. Así trabajan los colegios más innovadores del mundo*. Fundación Telefónica. Madrid, España: Fundación Telefónica Ed.
- Hesse, F., Care, E., Buder, J., Sassenberg, K., & Griffin, P. (2015). A framework for teachable collaborative problem solving skills. *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 37-56). Heidelberg/Berlín, Germany: Springer.
- Honoré, B. (1980). *Para una teoría de la formación. Dinámica de la formatividad*. Madrid, España: Narcea.
- Horn, J. L., & Cattell, R. B. (1966). Refinement and test of the theory of fluid and crystallized intelligence. *Journal of Educational Psychology*, 57, 253-270.
- Hurt, H. T., Scott, M. D., & McCroskey, J. C. (1978). *Communication in the classroom*. Reading, MA, USA: Addison-Wesley.
- Iinuma, M. (2016). *Learning and teaching with technology in the knowledge society. New literacy, collaboration and digital content*. (Springer Briefs in Education ed.). Tokyo, Japan: Springer.
- Imberman, S. P., Sturm, D., & Azhar, M. Q. (2014). *Computational thinking: Expanding the toolkit* (Workshop sponsored by GOOGLE's CS4HS program, July of 2013 ed.). Winston-Salem, Carolina del Norte, USA: Wake Forest University. Consultado 02/15, 2017, en [https://www.researchgate.net/publication/261959249 Computational thinking expanding the toolkit](https://www.researchgate.net/publication/261959249_Computational_thinking_expanding_the_toolkit)

- INTEF Blog. (2016). *Competencias clave*. educaLAB. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado, MECD. Consultado 12/18, 2016, en <http://www.mecd.gob.es/mecd/educacion-mecd/mc/lomce/el-curriculo/curriculo-primaria-eso-bachillerato/competencias-clave/competencias-clave.html>
- INTEF_MECD. (2013). *Plan de cultura digital en la escuela*. educaLAB. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado, MECD. Consultado 3/13, 2017, en <http://blog.educalab.es/intef/2013/04/16/plan-de-cultura-digital-en-la-escuela/>
- INTEF_MECD. (2017). *Competencia Digital. Programa Escuela 2.0*. Red de Buenas Prácticas 2.0. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado, MECD Consultado 3/13, 2017, en <http://educalab.es/intef/digcomp>
- Irving, M. (2016, June 27). *Google's Programmable Lego-Like Blocks Teach Kids to Code*. New Atlas. Children. Consultado 3/23, 2017, en <http://newatlas.com/project-bloks-kids-code/44061/>
- Isabel Pérez Jiménez. (2013). *La competencia comunicativa. habilidades y destrezas comunicativas*. Guía Docente. 2013-2014, 2º semestre. Grado en Magisterio de Educación Infantil. Tema 3. *Procesos de aprendizaje: Desarrollo de habilidades comunicativas*. Universidad de Alcalá. Consultado 03/14/17 en http://1314-procesos-infantil.weebly.com/uploads/9/6/4/6/9646574/tema_3_la_competencia_comunicativa_habilidades_y_destrezas_comunicativas.pdf
- ISTE&CSTA. (2011a) (web page). *Operational definition of computational thinking for K-12 education* [Abstract]. National Science Foundation Under Grant no. CNS-1030054. Consultada 03/03/17, en <http://www.iste.org/docs/ct-documents/computational-thinking-operational-definition-flyer.pdf>
- Jacobs, G. (2014). Towards a new paradigm in education: Role of the world university consortium. *Cadmus*, 2, 116-125.

- Jason J. Barr. Developing a positive classroom climate. *Idea Paper*. The IDEA Center.
Consultada 2 mayo 2017 en:
https://www.researchgate.net/publication/312021719_Developing_a_Positive_Classroom_Climate
- Jensen, A. R. (1998). *The g Factor: The science of mental ability*. Westport, CT, USA: Praeger Pub.
- Jiménez González, J. E., Artiles Hernández, C., Rodríguez Rodríguez, C., & García Miranda, E. (2007). *Adaptación y baremación del test de Pensamiento Creativo de Torrance: Expresión figurada. educación primaria y secundaria*. Sta. Cruz de Tenerife, Canarias, España: Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias. Dirección General de Ordenación e Innovación Educativa.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., Freeman, A., Kampylis, P., Vuorikari, R., and Punie, Y. (2014). *Horizon Report Europe: 2014, Schools Edition*. Luxembourg, Europe, and USA: Luxembourg: Publications Office of the European Union & Austin, Texas: The New Media Consortium. Consultada 02/16/17 en
http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC90385/2014-nmc-horizon-report-eu-en_online.pdf
- Junta de Andalucía. (2009). *Educación para proteger. Guía de formación TIC para padres y madres de menores de 3 a 11 años*. Consultada 3/12, 2017, en
<http://www.andaluciaesdigital.es/educar-para-proteger>
- Junta de Andalucía. (2012). *Orientaciones para la evaluación del alumnado en la Educación Secundaria Obligatoria (Normativo)*. Sevilla, España: Junta de Andalucía Pub.

- Kampylis, P., Punie, Y., & Devine, J. (2015). *Promoting effective digital-age learning - A european framework for digitally-competent educational organisations* (JRC Science for Policy Report No. EUR 27599 EN). Brussels, Belgium: Joint Research Centre, the European Commission's in-house science service. doi:10.2791/54070
- Kaufman, A. S., Kaufman, N. L., & Goldsmith, B. Z. (1984). *Kaufman sequential or simultaneous (K-SOS)?* Circle Pines, MN, USA: American Guidance Service.
- Kaufman, J. C., Kaufman, A. S., Kaufman- Singer, J., & Kaufman, N. L. (2005). The Kaufman Assessment battery for Children. In D. P. Flanagan (Ed.), *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests and issues* (Second Edition, pp. 344-370). New York, NY, USA: Guilford Press.
- Kay, A. (2008, March). *A powerful idea about ideas*. [Video file]. Consultada 02/17/17 en https://www.ted.com/talks/alan_kay_shares_a_powerful_idea_about_ideas
- Kim, K. H. (2006). Can we trust creativity tests? A review of the Torrance Test of Creative Thinking (TTCT). *Creativity Research Journal*, 18(1), 3-14.
- Kirkpatrick, H., & Cuban, L. (1998). Should we be worried? what the research says about gender differences in access, use, attitudes, and achievement with computers. *Educational Technology*, 38(4), 56-61.
- Know About Everything (2016). *Difference Between Annotated Bibliography and Literature Review*. Difference Between.net Consultada 12/23, 2016, en <http://pediaa.com/difference-between-annotated-bibliography-and-literature-review/>
- Koth, C. W., Bradshaw, C. P., & Leaf, P. J. (2008). A multilevel study of predictors of student perceptions of school climate: The effect of classroom-level factors. *Journal of Educational Psychology*, 100(1), 96.

- Krauss, J. I., & Boss, S. K. (2013). *Thinking through project-based learning: Guiding deeper inquiry*. Thousand Oaks, CA, USA: Corwin. A SAGE Company.
- Kuhn, D. (2015). Thinking together and alone. *Educational Researcher*, 44 (1). Consultado 2 mayo 2017 en:
<http://journals.sagepub.com/doi/full/10.3102/0013189X15569530?related-urls=yes&legid=spedr%3B44%2F1%2F46&legid=spedr%3B44%2F1%2F46&patientinform-links=yes> Doi: 0013189X15569530.
- Kuhn, T. S. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas*. Buenos Aires, Argentina: Fondo de Cultura Económica.
- Labrador Encinas, F., Requesens Moll, A., & Helguera Fuentes, M. (2009). *Guía para padres y educadores sobre el uso seguro de internet, móviles y videojuegos*. Fundación Gaudium. Consejería de Políticas Sociales y Familia. Madrid, España: EFCA, SA.
- Lai, E. R. (2011). *Metacognition: A literature review*. Pearson's Research Report. USA: Pearson Publishing Ltd. Consultado 02/18/17 en
http://images.pearsonassessments.com/images/tmrs/Metacognition_Literature_Review_Final.pdf
- Land, G., & Jarman, B. (1993). *Breaking point and beyond*. San Francisco, CA, USA: Pearson Publishing Ltd.
- Landeta, J. (2006). Current validity of the delphi method in social sciences. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(5), 467-482.
- Lankshear, C., & Knobel, M. (2011). *New literacies. everyday practices and social learning* (Third ed.). Maidenhead, Berkshire, England: Open University Press & McGraw-Hill Education.

- Lawler III, E. E. (2008). *Talent. making people your competitive advantage*. San Francisco, CA, USA: Jossey-Bass. A Willey Imprint.
- León García, O. G., & Montero García-Celay, I. (2015). *Métodos de investigación en psicología y educación* (4ª Edición). Madrid, España: McGraw Hill Education. Interamericana de España S.L.
- Levin, R. I., & Rubin, D. S. (2004). *Estadística para administración y economía*, 7ª Ed. Mexico, DF, Mexico: Pearson-Prentice Hall.
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34-46.
- Lluna, S., & Pedreira «Wicho», J. (2017). *Los nativos digitales no existen. Como educar a tus hijos para un mundo digital. Padres despistados frente a niños, adolescentes, ordenadores, consolas, móviles e Internet* (Versión Kindle ed.). Barcelona, España: Deusto. Grupo Planeta.
- Logo Foundation. (1967). *Seymour Papert on Logo*. Consultada 3/19, 2017, en <http://el.media.mit.edu/logo-foundation/>
- López García, J. C. (2014). *La taxonomía de Bloom y sus actualizaciones*. Eduteka. Universidad ICESI. Consultada 3/19, 2017, en <http://eduteka.icesi.edu.co/modulos/6/144/107/1>
- Luria, A. R. (1980). *Higher cortical functions in man* (2nd ed.). New York, NY, USA: Basic Books.
- MacArthur Foundation. (2017). *MacArthur network in MacArthur web site*. Consultada 12/19, 2016, en <https://www.macfound.org/>

- Mackintosh, N. J. (2011). History of theories and measurement of intelligence. In Robert J. Sternberg, Scott Barry Kaufman, pp. 3-19. (Ed.), *The Cambridge handbook of intelligence*. New York, USA: Cambridge University Press.
- Malone, T. W. (2004). *The future of work. how the new order of business will shape your organization, your management style, and your life*. Watertown, MA, USA.: Harvard Business Review Press.
- Marina, J. A. (2010). *La educación del talento*. Barcelona, España: Planeta.
- Marina, J. A. (2011). *El cerebro infantil: la gran oportunidad*. Barcelona, España: Ariel. Planeta.
- Marina, J. A. (2011). La educación del cerebro. *Pediatría integral*, XV (5), 473-7.
- Marina, J. A. (2011c). Las funciones ejecutivas del cerebro. *Pediatría integral*, XV (7), 876-9.
- Marina, J. A. (2011e). El temperamento. *Pediatría integral*, XV (3), 267-270.
- Marina, J. A. (2012). *La inteligencia ejecutiva*. Barcelona, España: Planeta.
- Marina, J. A. (2012). Neurociencia y Educación. *Revista del Consejo Escolar del Estado. La investigación sobre el cerebro y la mejora de la educación (I)*, 7-7-14.
- Marina, J. A. (2012a). Los hábitos, clave del aprendizaje. *Pediatría integral*, XVI (8), 662.e1-662.e4-662.e1-662.e4.
- Marina, J. A. (2013a). El nuevo modelo de la inteligencia. *Pediatría integral*, XVII (01/12)
- Marina, J. A. (2014). *El talento de los adolescentes*. Barcelona, España: Planeta.
- Marina, J. A. (2015). *Despertar el diplodocus. Una conspiración educativa para transformar la escuela... y todo lo demás*. Barcelona, España: Ariel.

- Marina, J. A. (2016). *Objetivo: Generar Talento. Cómo poner en acción la inteligencia*. Barcelona, España: Penguin. Random House.
- Maritain, J. (1936). *La distinción entre persona e individuo*. Conferencia dictada en el Centro de Cultura de Buenos Aires, entre agosto-septiembre 1936. Obras breves de J. Maritain. Consultada 02/17, 2017, en http://www.jacquemaritain.com/pdf/07_PER/01_P_PersInd.pdf
- Maritain, J. (1939). *Para una filosofía de la persona humana*. Santiago de Chile, Chile: Letras.
- Martínez-Freire, P. F. (2012, abril). Cerebro humano y conocimiento. Los secretos del cerebro. *Uciencia: revista de divulgación científica de la Universidad de Málaga*, 9, 32-33. Consultado 2 mayo 2017 en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=19311>
- Más Torrelló, O. (2011). El profesor universitario: sus competencias y formación. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado. Universidad de Granada*, 15(3), 195-211.
- Matse, K. E., & Lu, K. (2016). *10 facts about the changing digital news landscape*. Pew Research Center. FACTANK. News in the Numbers. Consultada 3/11, 2017, en <http://www.pewresearch.org/fact-tank/2016/09/14/facts-about-the-changing-digital-news-landscape/>
- Mayer, J. D., Salovey, P., & Caruso, D. R. (2000). *Models of emotional intelligence*. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of Intelligence* (pp. 396-420). New York, NY, USA: Cambridge University Press.

- McCrindle, M. (2014). *What comes after generation Z? Introducing generation alpha*. The MCCRINDLE BLOG, Friday, August 01, 2014. Consultada 12/13, 2016, en <http://www.mccrindle.com.au/the-mccrindle-blog/what-comes-after-generation-z-introducing-generation-alpha>
- McCutcheon, D. M., & Meredith, J. R. (1993). Conducting case study research in operations management. *Journal of Operations Management*, 11(3), 239-256.
- McDuffie, K. A., & Scruggs, T. E. (2008). The contributions of qualitative research to discussions of evidence-based practice in special education. *Intervention in School and Clinic*, 44(2), 91-97.
- BOE. (2015). Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Consultada 03/ 15, 2017, en https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-738
- Merriam, S. B. (1988). *Case study research in education: A qualitative approach*. San Francisco, CA, USA: The Jossey-Bass social & behavioral science series.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: A sourcebook*. Beverly Hills, CA, USA: Sage Publications.
- Mims, C. (2012). How Young Is Too Young to Learn to Code? Scratch, Jr. is aimed at children who have yet to learn their ABCs. February 26, 2012. *MIT Technology Review*. Consultada 03/15, 2017, en <https://www.technologyreview.com/s/427064/how-young-is-too-young-to-learn-to-code/>
- Ministry of Education_Singapur. (2015), (Web page). *21st century competencies*. Consultada 03/2, 2017, en <https://www.moe.gov.sg/education/education-system/21st-century-competencies>

- Missio, E. (2015, June 9). *Why Kids Should Learn to Code (and How to Get Them Started)*. Consultada 3/25, 2017, en <http://www.cbc.ca/parents/learning/view/why-kids-should-learn-to-code-and-how-to-get-them-started>
- Montuori, A. (2005). Literature review as creative inquiry: Reframing scholarship as a creative process. *Journal of Transformative Education*, 3(4), 374-393.
- Morin, E. (1999). *Los 7 saberes necesarios para la educación del futuro* (M. Vallejo-Gómez Trans.). Paris, Francia: UNESCO Ed.
- Morris, W. (2006). *Creativity its place in education*. Erps-Kwerps, Belgium: jpb.com.
- Morrison, G. R., & Ross, S. M. (1998). Evaluating Technology-Based processes and products. *New Directions for Teaching and Learning*, 1998(74), 69-77.
- Moseley, D., Higgins, S., Bramald, R., Hardman, F., Miller, J., Mroz, M., et al. (1999). *Ways Forward with ICT: Effective Pedagogy Using Information and Communications Technologies*. Newcastle upon Tyne, U.K.: University of Newcastle upon Tyne.
- Murray R. Spiegel (1991). *Teoría elemental del muestreo, teoría de la decisión estadística, ensayos de hipótesis y significación*. México D.F., México: MacGraw Hill.
- Nadler, M. K., & Nadler, L. B. (2001). The roles of sex, empathy, and credibility in out-of-class communication between faculty and students. *Women's Studies in Communication*, 24(2), 241-261.
- Navío Gámez, A. (2006). La formación de los profesionales de la formación para el trabajo: algunos dilemas y algunas respuestas. *Educar (UAB)*, 38, 63-79. doi: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/educar.169>
- Navío Gámez, A., & Tejada Fernández, J. (2006). Presentación. *Educar (UAB)*, 38, 7-9. doi: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/educar.166>

- Negrete Alcudia, J. A. (2013) *Cuatro filosofías de la educación. Qué somos y qué querríamos llegar a ser.* (2013, 17 mayo). You Tube. Consultado 11/17, 2016, en <https://www.youtube.com/watch?v=WD0qi2CebPA>
- Newby, P. (2014). *Research methods for education.* (2nd Edition). Milton Park, Abingdon, Oxon, U.K.: Routledge. Taylor & Francis Group.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1961). Computer Simulation of Human Thinking and Problem Solving. *Monographs of the Society for Research in Child Development.* Thought in the Young Child: Report of a Conference on Intellective Development with Particular Attention to the Work of Jean Piaget, 27 (2), pp. 137-150.
- Nickerson, R. S. (2011). Developing intelligence through instruction. In Robert J. Sternberg, Scott Barry Kaufman (Eds.), *The Cambridge Handbook of Intelligence* (pp. 107-129) Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Nisbett, R. E. (2009). *Intelligence and how to get it. Why schools and cultures count.* New York, NY, USA: W.W.Norton.
- NSF (2016). *Computer science is for all students!*. NSF Where Discovery Begin, USA. Consultada 3/19, 2017, en https://www.nsf.gov/news/special_reports/csed/
- Nuninger, W. & Châtelet, J-M. (2016). *A New Paradigm for Learners and Teachers Thanks to Situational Pedagogical Games: Strengthening Transversal Skills.* Hershey, PA, USA: IGI Global.
- OCDE. (1997). *El programa PISA de la OCDE qué es y para qué sirve.* Paris, France.: OCDE. Consultado 03/04, 2017 en <https://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf>

OCDE. (2002). La definición y selección de competencias clave. Resumen ejecutivo, 1-20.

Consultado 03/04, 2017 en

http://deseco.ch/bfs/deseco/en/index/03/02_parsys.78532.downloadList.94248.DownloadFile.tmp/2005.dsceexecutivesummary.sp.pdf

OECD. (2007). *Understanding the brain: The birth of a learning science*. Centre for

Educational Research and Innovation. Paris, France: OCDE, CERI Pub.

OECD. (Web page). *PISA: Programme for international student assessment*. Consultado

03/01, 2017, en <https://www.oecd.org/pisa/>

OECD. (2011). *Skills for innovation and research. OECD Innovation Strategy*, 1-146. doi:

<http://dx.doi.org/10.1787/10.1787/9789264097490-en>

Ofstedal, K., & Dahlberg, K. (2009). Collaboration in student teaching: Introducing the

collaboration self-assessment tool. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, 30(1), 37-48.

Orkestra. (Web page) *Instituto Vasco de Competitividad*. Fundación Deusto. (2016). Página

principal. Consultado 12/18, 2016, en <http://www.orquestra.deusto.es/es/>

Ostapchuk, T. (2017, Feb. 11). *24 websites to offer coding at school*. The Blog Huffpost.

Consultado 3/26, 2017, en http://www.huffingtonpost.com/tom-ostapchuk/24-websites-to-offer-coding-at-school_b_9209630.html

P21. (2009). *Framework for 21st century learning*. Partnership for 21st Century Learning.

Consultado 03/01, 2017, en <http://www.p21.org/about-us/p21-framework>

Papert, S. (1980). *Constructionism vs. Instructionism, part.1*. Consultado 03/19, 2017, en

http://www.papert.org/articles/const_inst/const_inst1.html

- Papert, S., & Caperton, G. (1999). *Vision for Education: The Caperton-Papert Platform 1*. 91st Essay for National Governors' Association Meeting. August. St. Louis, MO, USA. Consultado 03/01, 2017, en http://www.papert.org/articles/Vision_for_education.html
- Papert, S. A. (1993). *Mindstorms: Children, computers and powerful ideas*. New York, NY, USA: Basic Books.
- Park, Y. (2016, 13 Jun.). *8 digital skills we must teach our children*. WEF. Consultado 03/12, 2017, en <https://www.weforum.org/agenda/2016/06/8-digital-skills-we-must-teach-our-children/>
- Pearson, L., Vonthehoff, B., Rennie, M., & Nguyen, T. (2016). *The Future of Work. Setting Kids Up for Success*. The Regional Australia Institute's Report. Nov.2016. Consultado 20/12, 2016, en http://www.regionalaustralia.org.au/home/wp-content/uploads/2016/11/The-Future-of-Work_report.pdf
- Perrenaud, P. (1999). *Construir competencias desde la escuela*. Libro original en francés [Construire des competences dès l'école] publicado en 1997. Santiago de Chile, Chile: Dolmen Ediciones.
- Plucker, J. A., Beghetto, R. A., & Dow, G. T. (2004). Why isn't creativity more important to educational psychologists? potentials, pitfalls, and future directions in creativity research. *Educational Psychologist*, 39(2), 83-96.
- Polit, D. F., & Beck, C. T. (2013). *Essentials of nursing research: Appraising evidence for nursing practice*. 8ª Edición: Philadelphia, PA, USA: Wolters Kluwer/Lippincott/ Williams & Williams Health.
- Polya, G. (1973). *How to Solve It; A New Aspect of Mathematical Method*. 2nd edition. Princeton, NJ, USA: Princeton University Press.

- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. *On the Horizon (The strategic planning resource for education professionals)*. Consultado 3 mayo 2017 en: <http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/10748120110424816>
- Qualman, E. (2013). *Socialnomics how social media transforms the way we live and do business* (2nd ed.). Hoboken, N.J., USA: John Wiley&Sons, Inc.
- Quinceno Castrillón, H. (1995). Rousseau y el concepto de formación. *Revista de Educación y Pedagogía. Universidad de Antioquía. Colombia*, (14 y 15), 66-103.
- RED (2015) *Número monográfico sobre "Pensamiento computacional"*, RED, XIV (46). 15 septiembre 2015. Consultada el 14 mayo 2017 en: <http://www.um.es/ead/red/46/>
- Reig, D. (2012). *Socionomía: ¿Vas a perderte la revolución social?* Barcelona, España: Deusto S.A.. Grupo Planeta.
- Reigeluth, C. M. (2012). Teoría instruccional y tecnología para el nuevo paradigma de la educación. *RED. Revista de Educación a Distancia*. XI (32). 30 septiembre 2012. Número especial con motivo del décimo aniversario de RED y del trigésimo de la tecnología digital personal, apoyando a la educación y el aprendizaje. Artículo traducido y adaptado por N.Lizenberg y M. Zapata-Ros, respectivamente, del original de Reigeluth en inglés. Consultado 14 mayo 2017 en: http://www.um.es/ead/red/32/reigeluth_es.pdf
- Resnick, L. B. (1987). Informe. *Education and learning to think*. National Academies.
- Revista Profesorado (2013). Formación del profesorado en competencias publicaciones del Grupo FORCE (FORMación del profesorado Centrada en la Escuela). El Grupo dirige y publica la revista: Profesorado. *Revista de Curriculum y Formación del Profesorado*. Consultado 15 febrero 2017 en: <http://hum386.ugr.es/produccion-cientifica/>

- Rezaei, A. R., & Lovorn, M. (2010). Reliability and validity of rubrics for assessment through writing. *Assessing Writing*, 15(1), 18-39.
- Ribble, M., & Bailey, G. (2007). *Digital Citizenship in Schools* (Third ed.). Eugene, OR, USA: International Society for Technology in Education (ISTE).
- Rifkin, G. (2016, August 1). Seymour Papert, 88, dies; saw Education's future in computers. *The New York Times. Technology*. Consultado: 16 febrero 2017, en: https://www.nytimes.com/2016/08/02/technology/seymour-papert-88-dies-saw-educations-future-in-computers.html?_r=0
- Riley, D. D., & Hun, K. A. (2014). *Computational thinking for the modern problem solver* (Textbooks in Computers ed.). Boca Raton, FL, USA: Taylor & Francis Group, LLC.
- Robinson, K. (2010). *Towards a definition of creativity*. *Education.Com*, 13 abril 2017.
- Robinson, K., & Aronica, L. (2010 (2009, 1ª edición)). *El elemento descubrir tu pasión lo cambia todo [The Element]* (Mercedes Vaquero Granados Trans.). (10ª (de bolsillo Clave) ed.). San Andreu de la Barca, Barcelona, España: Penguin Random House. Grupo Editorial.
- Robinson, K., & Aronica, L. (2014 (2013, 1ª edición)). *Encuentra tu elemento [Finding Your Element]* (Ferrán Alaminos Escoz Trans.). (2ª (de bolsillo Clave) ed.). San Andreu de la Barca, Barcelona, España.: Penguin Random House. Grupo Editorial.
- Roca, G. (2012, 18 marzo 2012). *La sociedad digital*. [Video/DVD] Galicia: Consultado 03/02, 2017, en <https://www.youtube.com/watch?v=kMXZbDT5vm0>
- Roca, G. (2017). La sociedad digital: Cómo educar a tus hijos para un mundo digital. En S. Lluna y J. Predeira "Wicho" (Coordinadores) (Ed.), *Los nativos digitales no existen* (edición Kindle). Barcelona, España: Deusto. Grupo Planeta.

- Rodríguez de Paz, A. (2012, 16/12/2012). El fracaso escolar se esconde en primaria. *La Vanguardia*. Consultado el 16 febrero 2017 en:
<http://www.lavanguardia.com/vida/20121216/54356397301/fracaso-escolar-primaria.html>
- Roman González, M. (2017). *Primera Tesis Doctoral en España sobre Pensamiento Computacional*. Consultado 3/18, 2017, en <https://programamos.es/primera-tesis-doctoral-en-espana-sobre-pensamiento-computacional/>
- Román González, M. (2016). *Códigoalfabetización y pensamiento computacional en Educación primaria y Secundaria: Validación de un instrumento y evaluación de programas*. Escuela Internacional de Doctorado. Programa de Doctorado en Educación. Tesis Doctoral. UNED. Consultado 02/15/17 en http://espacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:Educacion-Mroman/ROMAN_GONZALEZ_Marcos_Tesis.pdf
- Romero, M. (2017, 1 mars). *coCréaTIC.Co-créativité numérique en éducation*. Blog Margarida Romero. Entrada. Consultado 4/13, 2017, en <https://margaridaromero.wordpress.com/>
- Romero, M. (2017). *From computing to computational thinking: Encouraging creative approaches to problem-solving across the curriculum*. Consultado 4/13, 2017, en <https://www.slideshare.net/margarida.romero/20170126-bett2017romeroco-creatic>
- Roschelle, J., & Teasley, S. D. (1995). The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. Paper presented at the *Computer Supported Collaborative Learning*, pp. 69-97.
- Royce, W. W. (1970). Managing the development of large software systems. Paper presented at the *Proceedings of IEEE WESCON 26 (August)*, (8) pp. 1-9, Los Ángeles, CA, USA: IEEE.

- Rueda, J., & Stalman, A. (2017). Educación: De millenials a makers. En S.Lluna y J. Pedrera "Wicho" (Coord.), *Los nativos digitales no existen. Cómo educar a tus hijos para un mundo digital*. Barcelona, España: Deusto.
- Rusbult, C. (2017) (Web page). *Creative Thinking Skills for Education and Llife (Teaching Creativity)*. Thinking Skills. Education Webside. Whole-Person Education. The American Scientific Affiliation (ASA). Consultado 4/13, 2017, en <http://www.asa3.org/ASA/education/think/creative.htm>
- Samaja, J. (1994) Epistemología y metodología: Elementos para una teoría de la investigación científica (*edición ampliada*). Editorial Eudeba, Buenos Aires, Argentina.
- Sánchez, C. (2015, 27/11/2015). *Entrevista a A. Vaquero: El pionero que tradujo la informática*. Eldiario.es. Consultado 02/15, 2017, en http://www.eldiario.es/hojaderouter/informatica-Espana-origenes-historia-traduccion-Antonio_Vaquero_0_453205398.html
- Sandbox Learning. (2006) (Web page). *Fun activities for teaching cooperation*. Customized Sandbox Learning. Tools That Connect. Consultado 4/13, 2017, en <http://www.sandbox-learning.com/Default.asp?Page=154>
- Sanford, N. (1970). Whatever happened to action research? *Journal of Social Issues*, 26(4), 3-23.
- Savater, F. (2004). *El valor de educar* (14ª ed.). Barcelona, España: Ariel.
- Savater, F. (2013) *¿Para qué sirve la educación?* [Video] 12 octubre. Jornadas Dos culturas, 2ª edición. Universidad de Granada. Consultado 02/25, 2017, en <https://www.youtube.com/watch?v=CR54AV2XtFY>
- Savater, F. (2011). *Ética para Amador 2.0*. Barcelona, España: Ariel.

- Schwer, M. (2013). *Improving collaboration skills in online courses*. SlideShare. WTCS TechExpo Presentation. 23 mayo. Consultado 4/13, 2017, en <https://es.slideshare.net/mschwer2/improving-collaboration-skills-in-online-courses>
- Scratch. (2014) (Web page). *Crea historias, juegos y animaciones. comparte con gente de todo el mundo*. Consultado 4/05, 2017, en <https://scratch.mit.edu/>
- Selby, C., Dorling, M. & Woolard, J. (2014). *Evidence of assessing computational thinking*. Publicación propios autores en Internet, pp. 1-11. University of Southampton, U.K., Consultado 3/22, 2017, en <https://eprints.soton.ac.uk/372409/1/372409EvidAssessCT.pdf>
- Selby, C. C. (2015). Relationships: Computational thinking, pedagogy of programming, and Bloom's taxonomy. Paper presented at the *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE'15)*, Nov. 09-11, London, United Kingdom. pp. 1-8. doi:<http://dx.doi.org/10.1145/2818314.2818315>
- Sentance, S., & Csizmadia, A. (2016). Computing in the curriculum: Challenges and strategies from a teacher's perspective. *Education and Information Technologies*, 469-495.
- Shulman, L.E. (2005). Conocimiento y enseñanza: Fundamentos de la nueva reforma [Traducción y revisión del artículo original: "Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform"]. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 9 (2). Consultada 13 abril 2017 en: <https://www.ugr.es/~recfpro/rev92ART1.pdf>
- Simonton, D. K. (2012). Taking the US patent office criteria seriously: A quantitative three-criterion creativity definition and its implications. *Creativity Research Journal*, 24(2-3), 97-106.

- Sinek, S. (2009, September). TED, *S. Sinek: ¿Cómo los grandes líderes inspiran la acción?* [Video] Consultado 02/24 en https://www.ted.com/talks/simon_sinek_how_great_leaders_inspire_action?language=es
- Soland, J., Hamilton, L. S., & Stecher, B. M. (2013). *Measuring 21st century competencies. Guidance for educator* Report RAND Corporation, November 2013. Asia Society. Global Cities Education Network. Consultado 02/24, 2017, en <https://asiasociety.org/files/gcen-measuring21cskills.pdf>
- Spearman, C. (1904). "General Intelligence". Objectively Determined and Measured. 15 (2). 201-292. *American Journal of Psychology*. Consultado 13 abril 2017 en https://www.jstor.org/stable/1412107?seq=1#page_scan_tab_contents
- Spearman, C. (1923 (reeditado 2016)). *The nature of intelligence and the principles of cognition*. London, UK: Macmillan.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research* Sage. Thousand Oaks, CA, USA: Sage Publications, Inc.
- Stanovich, K. E. (2009). *What intelligence tests miss: The Psychology of Rational Thought*. New Haven, CT, USA: Yale University Press.
- Stein, M. I. (1953). Creativity and culture. *The Journal of Psychology*, 36(2), 311-322.
- Sternberg, R. J. (1986). Critical Thinking: Its Nature, Measurement, and Improvement. *National Inst. of Education*, Washington, DC. Consultado 13 marzo 2017 en <https://eric.ed.gov/?id=ED272882>
- Sternberg, R. J. (1982). Reasoning, problem solving, and intelligence. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of human intelligence* (pp. 225-307). New York, NY, USA: Cambridge University Press.

Sternberg, R. J. (1985). *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence*. New York, NY, USA: Cambridge University Press.

Sternberg, R. J. (2003). Construct validity of the theory of successful intelligence. In R. J. Sternberg, J. Lautrey, & T.I.Lubart (Ed.), *Models of intelligence: International perspective* (pp. 55-80). Washington, DC, USA: American Psychological Association.

Sternberg, R. J. (2005). The triarchic theory of successful intelligence. In D. P. Flanagan (Ed.), *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests and issue* (2nd ed.), (pp. 103-119). New York, NY, USA: Guilford Press.

Sternberg, R. J., & Grigorenko, E. L. (2003). *The Psychology of Abilities, Competencies, and Expertise*. New York, USA: Cambridge University Press.

Sternberg, R. J., & Kaufman, S. B., Pubs. (2011). In Sternberg R. J. (Ed.), *The Cambridge Handbook of Intelligence*. New York, USA: Cambridge University Press.

Sternberg, R. J., & Sternberg, K. (2009). *Cognitive psychology*. Belmont, CA, USA: Wadsworth Cengage Learning.

Sykora, C. (2014). *Computational thinking for all*. Retrieved 3/22, 2017, from <https://www.iste.org/explore/articleDetail?articleid=152>

Tashakkori, A., & Creswell, J. W. (2007). Editorial: The New Era of Mixed Methods. *Journal of Mixed Methods Research*, 2007 1:3, Consultado 12/22, 2016, en <http://www.sagepub.com/content/1/1/3>

Taylor, M. (2012) (Web page). *Teach kids to think about their thinking — metacognition*. Imagination Soup. Reading. Writing. Learning. Consultado 04/30, 2017, en <http://imaginationsoup.net/2012/01/16/teach-kids-to-think-about-their-thinking-metacognition/>

- Tejada Fernández, J. (2005). El trabajo por competencias en el prácticum: cómo organizarlo y cómo evaluarlo. REDIE. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 7(2). Consultado 02/23, 2017, en <http://redie.uabc.mx/vo7no2/contenidotejada.html>
- The Future of Work. (Web page). *Design and develop*. The Future of Work. Setting Kids Up for Success. Regional Australia Institute. nbn Australia's broadband network. Consultado 3/22, 2017, en <https://www.thefutureofwork.net.au/DesignDevelop>
- The Guardian Teacher Network. (2015) (Web page). *How to teach coding and programming*. 1 September. Teacher Network: How to teach... Consultado 3/19, 2017, en <https://www.theguardian.com/teacher-network/2015/sep/01/how-to-teach-coding-programming>
- The Thinking Project. (2016) (Web page). *What does the work look like in a classroom?* The Thinking Project: The Work in Education. (n.d.). Consultado 03/19, 2017, en <http://www.thethinkingproject.org/tw-in-curriculum/>
- Thurstone, L. L. (1938). *Primary mental abilities*. Chicago, IL, USA: University of Chicago Press.
- Tilus, G. (2012) (Web page). *6 critical thinking skills you need to master now*. Rasmussen College Blog. Consultado 4/13, 2017, en <http://www.rasmussen.edu/student-life/blogs/main/critical-thinking-skills-you-need-to-master-now/>
- Tobón, S. (2008). *Formación basada en competencias: Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica* (2ª, reimpresión agosto 2008 ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Wagner, T.(2009, October 1). *Tony Wagner's seven survival skills* [video]. Asia Society (Partnership for Global Learning). Consultado 02/20, 2017, en <https://www.youtube.com/watch?v=NS2PqTTxFFc>

- Torán Marti, F. (2016). *Eres talento* (Kindle ed.). Madrid, España: La esfera de los libros.
- Toribio Briñas, L. (2010). Las competencias básicas: el nuevo paradigma curricular en Europa. *Foro de Educación*, 8(12), 1-20. doi: 10.14516/fde
- Torrance, E. P. (1966). *The Torrance Tests of Creative Thinking-Norms-Technical Manual Research Edition-Verbal Tests, Forms A and B-Figural Tests, Forms A and B*. Princeton, NJ, USA: Personnel Press.
- Tough P. (2012). *How children succeed*. Boston, MA, USA.: Houghton Mifflin Harcourt.
- Touraine, A. (1971). *The Post-Industrial Society. Tomorrow's Social History: Classes, Conflicts and Culture in the Programmed Society*. [La Société post-industrielle] (L. F. X. Mayhew Trans.). (First American Edition). New York, NY, USA: Random House.
- Touraine, A. (2005). *Un nuevo paradigma para comprender el mundo de hoy* (López Tobajas, A. y Tabuyo, M. Trans.). Barcelona, España: Ediciones Paidós Ibérica.
- Treffinger, D. J. (1985). Review of the Torrance Tests of creative thinking. *The Ninth Mental Measurements Yearbook*, 2, 1632-1634.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times* San Francisco, CA, USA: Jossey-Bass. A Wiley Imprint
- Turoff, M. (1971). Delphi conferencing: Computer-based conferencing with anonymity. *Technological Forecasting and Social Change*, 3, 1971-1972, 159-204.
[https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(71\)80012-4](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(71)80012-4)
- UNESCO. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento* (Informe Mundial de la UNESCO). París, Francia: Ediciones UNESCO. Consultado 11/15, 2016, en
<unesdoc.unesco.org/images/0014/001419/141908s.pdf>

UNESCO. (2015) (Web page). *Replantear la educación. ¿Hacia un bien común mundial?*.

Paris, Francia: Unesco. 2015-12-11. Consultado 11/14/17 en

<http://www.unesco.org/new/es/education/themes/leading-the-international-agenda/rethinking-education/>

UNESCO (n.d.) (Web page). *Competencies*. Quality Framework. Desired Outcomes.

Consultado 03/01, 2017, en

<http://www.unesco.org/new/en/education/themes/strengthening-education-systems/quality-framework/desired-outcomes/competencies/>

UOC.(2016). *Manuel Castells producción científica*. UOC & Fundación Telefónica.

Consultado 10/21, 2016, en <http://www.manuelcastells.info/es>

Urrea, C., & Bender, W. (2012). Making learning visible. *Mind, Brain, and Education*, 6(4), pp. 227-241.

Vaidyanathan, S. (2013, Dec 9) (Web page). *We Need Coding in Schools, but Where are the Teachers?* EdSurge News. Consultado 3/25, 2017, en

<https://www.edsurge.com/news/2013-12-09-opinion-we-need-coding-in-schools-but-where-are-the-teachers>

Vaidyanathan, S. (2015, Dec 2) (Web page). *Computer science goes beyond coding*.

EdSurge News. Consultado 3/19, 2017, en <https://www.edsurge.com/news/2015-12-02-computer-science-goes-beyond-coding>

Valenzuela González, J.R. (2015, 5 diciembre). *Evaluación en modelos de educación basada en competencias (EBC)*. [presentación Prezi] Escuela de Educación, Humanidades y

Ciencias Sociales Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México. Consultado 01/13/17

en <https://prezi.com/br0vr-jase9r/evaluacion-en-modelos-de-ebc/>

- Valera García, L. (2014, 15 septiembre) (Web page). *Pensamiento Creativo: Aula Primaria*. Innevery Crea. España. Consultado 01/03, 2017, en <http://ineverycrea.net/comunidad/ineverycrea/recurso/pensamiento-creativo-aula-primaria/74ae7e43-8e31-419e-9526-87a43b3a7ea0>
- Valerio, A., Parton, B., & Robb, A. (2014). *Entrepreneurship education and training programs around the world. dimensions for success*. Whashington, D.C., USA: The World Bank.
- Valle, J., & Manso, J. (2013). Competencias clave como tendencia de la política educativa supranacional de la Unión Europea. *Revista de Educación, Extraordinario*, 12-33. doi:10.4438/1988-592X-RE-2013-EXT-255
- Valverde Berrocoso, J., Fernández Sánchez, M. R., & Garrido Arroyo, M. C. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *RED, Número monográfico sobre "Pensamiento computacional", XIV* (46) doi:10.6018/red/46/3
- van Dijk, J. A. G. M. (2009). One europe, digitally divided. In Andrew Chadwick and Philip N. Howard (Ed.), *Routledge handbook of internet politics* (pp. 288-304). Abingdon, Oxon, U.K.: Routledge.
- Venegas Renault, M. E. (2004). El concepto pedagógico "formación" en el universo semántico de la educación. *Revista Educación.*, 28(2), 13-28.
- Viana Oltra M.I. (2007). Competencias básicas en infantil, primaria y secundaria. *Marco teórico*. València, España: RODERIC_ Universitat de València. Consultado 14 febrero 2017 en: <http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/25448/1.%20COMPETENCIAS%20B%20C%2081SICAS%20EN%20INFANTIL%20Y%20PRIMARIA%20C%20MARCO%20TE%20C%2093RIC%20O.pdf?sequence=1>

- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Theories, 20*(4), 715-28. doi: 10.1007/s10639-015-9412-6
- Voogt, J., & Pareja Roblin, N. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies, 44*(3), 299-321.
doi:<http://dx.doi.org/10.1080/00220272.2012.668938>
- Vuorikari, R., Punie, Y., Carretero Gómez, S., & Van den Brande, G. (2016). *DigComp 2.0: The digital competence framework for citizens. update phase 1: The conceptual reference model* (EUR - Scientific and Technical Research Reports. Brussels, Belgium: European Commission. doi: 10.2791/11517
- Wagner, T. (2008). *The global achievement: Why even our best schools don't teach ad what we can do about it*. New York, NY, USA: Perseus.
- Wagner, T. (2015). *Creating Innovators: The Making of Young People Who Will Change the World*. Transforming Education. New York, NY, USA: Scribner.
- Wagner, T. & Dintersmith, T. (2016). *Most Likely to Succeed: Preparing Our Kids for the Innovation Era*. Transforming Education. New York, NY, USA: Scribner.
- Walberg, H. J., & Anderson, G. J. (1968). Classroom climate and individual learning. *Journal of Educational Psychology, 59* (6, Pt.1), Dec 1968, 414-419.
- Watkins, C., & Mortimore, P. (1999). Pedagogy: what do we know? In Mortimore P. (ed), *Understanding Pedagogy and its Impact on Learning* (pp. 1-19). London, UK: Paul Chapman/Sage.
- Webb, N. M. (1997). Assessing students in small collaborative groups. *Theory into Practice, 36*(4), 205-213.

- Weil L.G., Fleming, S. M., Dumontheil, I., Kilford, E. J., Weil R.S., Rees, G., et al. (2013). The development of metacognitive ability in adolescence. *Consciousness and Cognition*, 22(1), 264-271. doi: <https://doi.org/10.1016/j.concog.2013.01.004>
- White, H., & Sabarwal, S. (2014). Quasi-experimental design and methods. *Methodological Briefs: Impact Evaluation*, 8. Unicef. Retrived 13 marzo 2017 from: https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/brief_8_quasi-experimental%20design_eng.pdf
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking represents a universally applicable attitude and skill set everyone, not just computer scientists, would be eager to learn and use. *Communications of the ACM*, 49 (3), 33-35.
- Wing, J. M. (2008). *Computational thinking and thinking about computing. Discussion Meeting Issue 'From Computers to Ubiquitous Computing, by 2020' Organized by Marta Kwiatkowska, Tom Rodden and Vladimiro Sassone*, 366(1881), 3717-3725. doi:10.1098/rsta.2008.0141
- Wing, J. M. (2011) (Web page). *Research Notebook: Computational Thinking--What and Why?* The Link. The Magazine of Carnegie Mellon University's of Computer Science. Consultado 01/21, 2017, en <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>
- Wing, J. M., & Stanzione, D. (2016). *Progress in Computational Thinking, and Expanding the HPC Community*. Blog@CACM. Communications. Consultado 3/19, 2017, en https://www.researchgate.net/publication/304529357_Progress_in_computational_thinking_and_expanding_the_HPC_community
- Wolfram, S. (2016, September 7) (Web page). *How to teach computational thinking*. Stephen Wolfram Blog. Consultado 3/29, 2017, en <http://blog.stephenwolfram.com/2016/09/how-to-teach-computational-thinking/>

- Woodcock, B. (2017) (Web page). *Persuading, influencing and negotiating skills*. Careers and Employability Service. University of Kent, U.K. Consultado 03/05, 2017, en <https://www.kent.ac.uk/careers/sk/persuading.htm>
- Woodside, A. G. (2010). *Case Study Research. Theory. Methods. Practice*. Bingley, UK: Emerald Group Publishing Limited.
- Wu, M., Wu, P., & Tasi, P. (2014). The relationship between classroom climate and learning satisfaction on senior high school students. *Asian Journal of Management, Sciences and Education*, 3(1), 58-68.
- Yacuzzi, E. (2005). *El Estudio De Caso Como Metodología De Investigación: Teoría, Mecanismos Causales, Validación*, Working paper de la Universidad del CEMA, no publicado en revista en ese momento. Consultado 14 febrero 2017 en: http://files.casilic.webnode.es/200000018-b251ab34be/estudios%20de%20caso_teoría.pdf
- Yadav, A., Good, J., Voogt, J., & Fisse, P. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715-728. doi: 10.1007/s10639-015-9412-6
- Yadav, A., Hong, H., & Stephenson, C. (2016). Computational thinking for all: Pedagogical approaches to embedding 21st century problem solving in K-12 classrooms. *Techtrends*, 60(6), 565-568. doi: 10.1007/s11528-016-0087-7
- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education*, 14 (1), [5]. doi: 10.1145/2576872
- Yin, R. K. (2013). *Case study research: Design and methods* Sage publications, (5th Edition). Clearwater, FL, USA: SAGE Publishing.

Yu-Kai Chou (2017, January 25) (Web site). *Gamification in Education: Top 10 Gamification Case Studies that will Change our Future*. Yu-kai Chou: Gamification & Behavioural Design. Consultado 19/12, 2016, en <http://yukaichou.com/start-here/>

Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *RED*, Número monográfico sobre "Pensamiento computacional", XIV (46).
doi:10.6018/red/46/4

Zary, N. (2014). Pedagogical Innovation and ICT: Evolution or Revolution? Follow or Lead? Conference Paper presented at the *CIIP'14 Conference (1er Colloque International sur L'Innovation Pédagogique à l'université)*, 10-11 April, Rabat, Morocco.
[doi:10.13140/2.1.3557.0241](https://doi.org/10.13140/2.1.3557.0241)

Zull, J. E. (2011). *From Brain to Mind: Using Neuroscience to Guide Change in Education*. Sterling, VA, USA: Stylus Pub Llc.



Anexos

Lista de contenidos

Anexo 1.1	Cuestionario para la primera ronda de evaluación de expertos
Anexo 1.2	Cuestionario para la segunda ronda de evaluación de expertos
Anexo 2	Resumen de la primera ronda de validaciones
Anexo 3	Diseño del programa
Anexo 4	Rúbrica de evaluación
Anexo 5	Selección de criterios y estándares de aprendizaje pertenecientes al currículo
Anexo 6.1	Materiales de aprendizaje para la resolución de problemas
Anexo 6.2	Adaptación curricular de los materiales de aprendizaje de resolución de problemas
Anexo 6.3	Materiales de aprendizaje para el coding
Anexo 6.4	Hoja de referencia para el coding
Anexo 6.5	Materiales de aprendizaje para los fundamentos de la electrónica
Anexo 6.6	Adaptación curricular de los materiales de aprendizaje para los fundamentos de la electrónica
Anexo 6.7	Guía del problema/proyecto para el alumnado
Anexo 6.8	Guía del problema/proyecto para el profesor
Anexo 6.9	Plantilla para la identificación y descripción de problemas
Anexo 7	Test de Pensamiento Creativo de Torrance
Anexo 8	Test de Pensamiento Crítico de Cornell
Anexo 9	Herramienta de Autoevaluación de la Colaboración
Anexo 10	Inventario de Ambiente de Clase
Anexo 11.1	Tarea de los payasos risueños
Anexo 11.2	Tarea del aceite de oliva
Anexo 12	Lista de píldoras formativas en vídeo

Anexo I.1

Se ha diseñado un programa para llevar a cabo un proceso de enseñanza y aprendizaje con el **coding e interacción con el mundo físico** como tema central. El objetivo es analizar si fomenta el desarrollo de las **competencias** requeridas para el **siglo XXI**.

Las competencias que serán evaluadas son fundamentalmente las que hacen referencia al *pensamiento crítico*, la *resolución de problemas*, la *colaboración* y la *toma de decisiones*. Su evaluación se realizará de forma independiente de los contenidos del programa.

Le rogamos que valore el diseño del programa respondiendo a las cuatro preguntas de respuesta cerrada marcando con una X el grado de valoración que estime oportuno (1 = muy inadecuado / 10 = muy adecuado).

Junto a este cuestionario de evaluación se adjunta el diseño del programa que incluye: el **diseño del proyecto**, el **temario** y una **rúbrica** de evaluación.

Contenidos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¿Considera adecuados los contenidos del programa para abordar el coding y la interacción con el mundo físico?	<input type="checkbox"/>									
Comentarios										
<i>¿Cambiaría, añadiría, eliminaría o mantendría los contenidos? ¿Cuáles? ¿Por qué?</i>										

Metodología	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¿Considera adecuada la metodología empleada (<i>Aprendizaje Basado en Problemas</i>)?	<input type="checkbox"/>									
Comentarios										
<i>¿Por qué la considera adecuada? ¿Cree que existe otra metodología alternativa mejor en este caso?</i>										

Medios y recursos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¿Considera adecuados los medios y recursos tecnológicos (y no tecnológicos) empleados?	<input type="checkbox"/>									
Comentarios										
<i>¿Las presentaciones de clase son adecuadas? ¿Las herramientas tecnológicas son las más idóneas? ¿Sustituiría o añadiría alguna otra herramienta?</i>										

Anexo I.I

Evaluación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¿Considera adecuado el sistema de evaluación del programa (la rúbrica)?	<input type="checkbox"/>									
Comentarios										
<i>¿Crees que la rúbrica es adecuada? ¿Sustituirías o añadirías algún otro apartado a la misma? ¿Cambiarías el método de evaluación?</i>										
Puntos fuertes										
¿Cuáles considera que son los aspectos más positivos del programa?										
<i>¿Qué es lo que más te ha llamado la atención positivamente? ¿Qué cosas crees que son las más interesantes del programa? ¿Qué cosas crees que están bien hechas de cara a la elaboración del programa?</i>										
Puntos débiles										
¿Cuáles considera que son los aspectos más negativos del programa?										
<i>¿Qué es lo que más te ha llamado la atención negativamente? ¿Qué cosas crees que son las menos interesantes del programa? ¿Qué cosas crees que podrían estar mal enfocadas de cara a la elaboración del programa?</i>										
Propuestas de mejora										
Indique las propuestas de mejora del programa que considere oportunas.										
<i>¿Cómo mejorarías el programa? ¿Cuál sería el objetivo de esas mejoras? ¿Mejorarías los contenidos? ¿Mejorarías la metodología? ¿Mejorarías los medios y recursos? ¿Mejorarías la evaluación?</i>										

Gracias por colaborar.

Anexo I.2

Se ha diseñado un programa para llevar a cabo un proceso de enseñanza y aprendizaje con el **coding e interacción con el mundo físico** como tema central. El objetivo es analizar si el desarrollo del pensamiento computacional está relacionado con el desarrollo de las **competencias** requeridas en el **siglo XXI**. Las competencias que serán evaluadas son: *el pensamiento crítico*, la *comunicación*, la *colaboración* y la *creatividad*. Su evaluación se realizará de forma independiente a los contenidos del programa. Puedes ver un resumen en el siguiente vídeo (https://youtu.be/IH7_uzbM7x8).

Le rogamos que valore el diseño del programa respondiendo a las preguntas y marcando con una X el grado de valoración que estime oportuno (1 = muy inadecuado / 10 = muy adecuado).

Junto a este cuestionario de evaluación se adjunta el diseño del programa que incluye: *el resumen de la evaluación previa (ResumenValidación.pdf)*, *la nueva estructura del proyecto (DiseñoDelPrograma.pdf)*, *su vínculo con el currículo de primaria (Currículo.pdf)*, *el material y contenidos (carpeta Material)* y *una rúbrica de evaluación mejorada (Rúbrica.pdf)*.

Antes de pasar a la valoración, sería de gran utilidad definir tu perfil profesional e intereses en unas pocas líneas.

Perfil profesional e intereses del experto										
<i>Por favor, orienta la respuesta hacia tu vínculo con la educación.</i>										

Me gustaría que figurase tu nombre como experto ¿Te importa?										

Contenidos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¿Considera adecuados los contenidos del programa tras los cambios sugeridos en la primera ronda de evaluación?	<input type="checkbox"/>									
Comentarios										
<i>¿Crees que los contenidos han mejorado? ¿Por qué?</i>										

Metodología	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¿Considera adecuada la mezcla de metodologías empleadas (<i>Aprendizaje Basado en Problemas y en Proyectos</i>)?	<input type="checkbox"/>									
Comentarios										
<i>¿Crees que el enfoque mixto de metodologías es acertado? ¿Por qué?</i>										

Anexo I.2

Medios y recursos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¿Considera adecuados los medios y recursos tecnológicos (y no tecnológicos) empleados que se han añadido tras la primera evaluación de los expertos?	<input type="checkbox"/>									
Comentarios										
<i>¿Crees que el material sigue siendo adecuado tras los cambios? ¿Por qué?</i>										

Evaluación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¿Considera adecuado el nuevo sistema de evaluación del programa (la rúbrica)?	<input type="checkbox"/>									
Comentarios										
<i>¿Crees que la rúbrica ha mejorado? ¿Le harías algún cambio más?</i>										

Puntos fuertes
¿Cuáles considera que son los aspectos positivos del programa tras aplicar las mejoras?
<i>¿Qué es lo que más te ha llamado la atención de la nueva propuesta? ¿Qué cosas crees que han mejorado en esta nueva versión?</i>

Puntos débiles
¿Cuáles considera que son los aspectos negativos del programa que han quedado sin resolver?
<i>¿Qué es lo que sigue sin mejorar en el programa? ¿Qué cosas crees que se han añadido y ha resultado ser contraproducentes?</i>

Propuestas de mejora
Indique alguna propuesta de mejora del programa que no haya indicado en su anterior evaluación.
<i>¿Se te ocurre alguna mejora (a nivel general) para esta segunda propuesta del programa?</i>

Gracias por colaborar.

Anexo 2

Resumen de la primera ronda de validaciones

Tras enviar la propuesta inicial del programa de *coding e interacción con el mundo físico* a un grupo de expertos, se han obtenido los siguientes resultados en base al cuestionario de evaluación que aparecía al final del documento:

Aspecto	Puntuación media
Contenidos	8,80
Metodología	9,10
Recursos	9,40
Evaluación	8,22

El objetivo de la segunda ronda de consultas es mejorar los aspectos más débiles sin que ello signifique descuidar los más fuertes. Por esta razón se han revisado las opiniones que los expertos aportaron junto a sus puntuaciones. Se pueden resumir en el siguiente cuadro:

Aspecto	Mejoras propuestas
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - Atención al alumnado con más dificultades. - Relación de los contenidos con los currículos existentes. - Incluir ayuda y documentación en formato vídeo corto.
Metodología	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar metodología mixta entre problemas y proyectos. - El alumno debe ser el encargado de identificar los problemas.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Añadir más recursos tales como robots. - Tener en cuenta la distribución del aula. - Añadir un presupuesto estimado del coste de los materiales. - Incorporar el uso del dispositivo móvil como herramienta.
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> - Añadir valoraciones cualitativas a los cuatro niveles. - Concretar más la forma en la que se evalúa la creatividad. - Modificar los pesos de los distintos ítems de la rúbrica.

Se destacan también cuáles, según los expertos, han sido los puntos fuertes y los puntos débiles de la propuesta educativa. Algunos de ellos ya han sido tratados en la tabla anterior.

Puntos fuertes

- El planteamiento del problema y la etapa educativa donde se desea llevar a cabo.
- La metódica organización del programa.
- El uso de operadores tecnológicos de vanguardia.
- La secuenciación de las tareas y la adecuación de los contenidos.
- La accesibilidad y amigabilidad del programa de cara al alumnado.
- El enfoque es muy práctico e involucra al alumnado.
- La alta calidad de los materiales propuestos.
- La posibilidad de que el alumno vea de forma progresiva su mejora y evolución.
- La incorporación de la programación como parte de la estrategia para el desarrollo de las competencias.
- La gran variedad de temas que abarca y la sencillez con la que los aborda.
- La construcción del conocimiento paso a paso, de lo concreto a lo abstracto.

Puntos débiles

- La rúbrica es mejorable.
- Llevar la propuesta a la práctica se antoja complicado.
- No se ha tenido en cuenta el espacio físico ni se ha hablado sobre la pedagogía en la que se fundamenta la propuesta.
- La temporalización es demasiado ambiciosa, es poco probable que se puedan alcanzar todos los objetivos en el tiempo especificado.
- Se echan en falta más elementos que fomenten la creatividad buscando otras posibles problemáticas.
- Algunos conceptos sobre electricidad y fenómenos físicos pueden ser de difícil comprensión para el alumnado de ese nivel.
- En el documento que aborda el proyecto no queda claro si es una guía para el docente o para los estudiantes.
- Falta la relación de la propuesta con el desarrollo del currículo.

Anexo 2

Mejoras realizadas para la segunda ronda de validaciones

Para la segunda ronda de validaciones se han tenido en cuenta todas las valoraciones y aportaciones de los expertos, tratando de alcanzar el consenso.

Contenidos

Para mejorar y reforzar el apartado de contenidos, se generarán recursos audiovisuales (vídeos) a modo de píldoras informativas que estarán incorporadas a las diapositivas. De este modo, el programa alcanzará en mayor medida al alumnado que tenga dificultades para entender y poner en práctica los conceptos estudiados.

Los estudiantes que tengan algún tipo de dificultad con los contenidos tal y como se encuentran presentes, conforman uno de los puntos débiles que urge tratar ya que no aparece reflejado en ninguna parte de la propuesta inicial. Se adaptarán las actividades de los módulos del programa para que todos los alumnos tengan cabida dentro de él y alcancen los objetivos marcados mediante unos recursos más acordes con sus necesidades.

Por otro lado, hay que destacar que el programa propuesto no está pensado para ninguna asignatura que exista actualmente dentro del grupo de currículos de la educación primaria. En cambio, se vinculará el proyecto con criterios pertenecientes a otras asignaturas para que puedan ser trabajados desde el presente programa. La idea es generar una tabla de criterios extraídos del currículo de otras materias donde estos estén justificados con el trabajo realizado mediante la propuesta de *coding e interacción con el mundo físico*.

Metodología

En este apartado se han contemplado opiniones dispares sobre qué metodología es la más acertada (aprendizaje basado en proyectos o aprendizaje basado en problemas). Uno de los expertos parece dar con una posible respuesta y es que quizás lo mejor sea generar un enfoque mixto donde se aplique el aprendizaje basado en problemas y se pueda evaluar también el producto final (proyecto). Por otra parte, hay que destacar que la división de problemas propuesta para el trabajo final es orientativa, son los alumnos quienes deben subdividir la problemática tratada en una serie de tareas pequeñas que abordarán posteriormente. Se especificará con más detalle cómo deben utilizarse los recursos ofrecidos.

Medios y recursos

Para tratar de mejorar todavía más en este punto, complementaremos la propuesta con el presupuesto de las herramientas que se necesitan para poder

Anexo 2

llevar a cabo la parte experimental (componentes electrónicos). Además, se planteará la posibilidad de introducir un kit básico de informática (un ordenador) en el caso de que no se disponga ya de las infraestructuras tecnológicas necesarias. Respecto a la posibilidad de perfeccionar el programa añadiendo robots o alguna herramienta más atractiva, se recomendarán algunos modelos que permitan desarrollar los conceptos de coding y pensamiento computacional fuera del mundo virtual.

La distribución del aula es otra mejora de gran valor y muy interesante. Se procurará generar una distribución de mesas modular y flexible que fomente el trabajo y aprendizaje colaborativos a partir de las enseñanzas del método Montessori y la disciplina que atañe a la arquitectura de aulas.

La implementación del mobile learning supone un nuevo enfoque de cara al desarrollo de los contenidos. Al encontrarse estos en formato digital ya se pueden visualizar desde cualquier dispositivo móvil. Para enriquecer la propuesta que aborda el mobile learning se sugerirán varias aplicaciones que permitan alcanzar los objetivos utilizando una tableta o smartphone.

Evaluación

Los comentarios dejan entrever que la rúbrica debe ser reformulada y especificada en mayor medida para reducir (en parte) posibles valoraciones subjetivas. Se va a suprimir la palabra “No” de la rúbrica ya que el objetivo es que todos los alumnos consigan avanzar aunque para ellos precisen de una mayor ayuda por parte del profesor. Con el objetivo de incorporar evaluaciones cualitativas, se añadirá un campo de observaciones a cada aspecto de la rúbrica de modo que el profesor pueda realizar apreciaciones concretas sobre el alumnado.

Para evaluar la creatividad de forma más efectiva se relacionará dicho aspecto con la solución alcanzada por los estudiantes (si la solución es más creativa o menos creativa). El peso de la implementación será reducido, es lo más adecuado en un aprendizaje basado en problemas para poder elevar posteriormente el valor de la presentación, donde habrá que especificar una parte oral y una parte escrita. Respecto a los agrupamientos para realizar la evaluación, hay que aclarar que cada alumno genera su propio camino para resolver la tarea de forma individual pero a la hora de buscar el conocimiento que les lleve a una determinada solución, son libres de consultar las fuentes de datos que tengan a su alcance (normalmente el resto de alumnos).

Anexo 3

Programa

Introducción

El mundo vive un cambio de paradigma donde el desarrollo de la sociedad depende en muy alta medida de la capacidad creativa, el pensamiento crítico y la autorrealización de cada individuo. Cada vez son más los elementos intangibles que marcan el camino a seguir. Los países viven un punto de inflexión que precisa de modificaciones estructurales que permitan afrontar el futuro con garantías.

La tecnología, como herramienta, ayuda a resolver problemas y automatizar procesos. Vivimos rodeados de ella y parece que el desarrollo global está estrechamente vinculado a la misma. El manejo de distintas herramientas de hardware y software es ya obligatorio en prácticamente cualquier ámbito. Las personas que desconocen su utilización presentan muchas más dificultades para desarrollarse.

Gracias a las nuevas tendencias y metodologías docentes, se ha elaborado este documento con la finalidad de construir una línea de trabajo que permita formar y educar a los jóvenes para que adquieran las competencias que se consideran necesarias para el siglo XXI.

Contextualización

Este programa ha sido especialmente diseñado para llevarse a cabo en los últimos cursos de Educación Primaria. El hecho de haber escogido este curso responde a la necesidad de desarrollar en los alumnos una serie de competencias que faciliten su transición hacia la siguiente etapa educativa.

Con este programa se pretende dar los primeros pasos que en un futuro puedan desembocar en la elaboración de un proyecto a largo plazo donde se recojan todas las competencias, conocimientos y aptitudes necesarias para la educación de los individuos. Es muy importante sentar unas bases desde los cursos de menor nivel. De este modo, los alumnos al llegar a la Educación Secundaria Obligatoria ya estarán acostumbrados a trabajar con ciertas herramientas tecnológicas y además su mente estará organizada de tal manera que serán capaces de abordar planteamientos y conceptos más complejos.

Coding e interacción con el mundo físico

El término coding ha resurgido recientemente como una descripción mucho más lúdica y no intimidante de la programación para novatos. A nivel **informal** se utiliza para transmitir los **primeros pasos** de la programación utilizando herramientas pensadas para principiantes, como *Scratch*, *Snap* o *App Inventor*.

Anexo 3

Su objetivo es desarrollar un conjunto de estructuras cognitivas que permitan un razonamiento mucho más minucioso y metodológico.

Durante mucho tiempo, "*programación*" fue la palabra fundamentalmente asociada a la introducción de instrucciones en una máquina para ejecutar comandos. La programación es el acto **formal de escribir código**, y el término incluye todas las matizaciones propias de la ciencia informática. El coding estaría en un nivel superior al de la programación informática y no necesariamente debe estar relacionado con ella.

El concepto de pensamiento computacional aparece para ayudar a entender e interpretar este nuevo mundo, un mundo tecnológico que libre al ser humano de las tareas más arduas y que le permita centrarse en otras actividades de orden superior. Al fin y al cabo, el término pensamiento computacional podría resumirse como la habilidad humana para reflexionar o razonar de una manera ordenada tal y como lo haría una máquina salvaguardando las distancias entre lo que una máquina consideraría reflexión o razonamiento, que en términos informáticos sería el procesado de la información.

Cuando hablamos de interacción con el mundo físico nos referimos a la capacidad humana para analizar la problemática del entorno para entenderlo y mejorar las condiciones de las distintas partes que lo integran. En el caso presente, podría definirse como la posibilidad de aplicar la teoría en un contexto real o simulado a través de componentes físicos. Concretamente hablamos de **componentes electrónicos** que tendrán que realizar una serie de **procesos básicos** que los alumnos deben especificar mediante herramientas específicas para el coding.

Currículo

En la actualidad no existe ninguna asignatura dentro del currículo del último curso de primaria que se ajuste en su totalidad a los contenidos que se tratan en este programa. Por esta razón y con el objetivo de ajustarlo a la normativa vigente, se han seleccionado los contenidos de otras materias que se asemejen a los de esta propuesta.

Las asignaturas que comparten similitudes son las siguientes:

- **Ciencias de la Naturaleza:** criterios 1, 5 y 6.
- **Ciencias Sociales:** criterios 1 y 2.
- **Lengua Castellana y Literatura:** criterios 2 y 3.
- **Matemáticas:** criterios 1 y 2.
- **Valores Sociales y Cívicos:** criterio 5.

Anexo 3

En un documento aparte (*Currículo.pdf*) se especifican los criterios de la lista anterior, con sus contenidos y sus estándares de aprendizaje evaluables.

Estructura

La organización de este curso sobre **Coding e interacción con el mundo físico** ha girado en torno a cuatro pilares: *los contenidos, la metodología, los recursos y la evaluación*. La materia fue dividida en tres módulos y un proyecto final de tal manera que cada uno de ellos depende de los anteriores.

Módulo	Contenidos
Resolución de problemas <i>(Introducción)</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de problemas. 2. Concepto de algoritmo. 3. Codificación/programación. 4. Depuración de errores. 5. Funciones. 6. Parámetros.
Coding <i>(Snap)</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué es Snap? 2. Características de Snap. 3. Sprites. 4. Escenario. 5. Paleta de instrucciones: <ol style="list-style-type: none"> a. Movimiento. b. Apariencia. c. Sonido. d. Dibujo. e. Eventos. f. Control. g. Sensores. h. Operadores. i. Variables.
Interacción con el mundo físico <i>(Fundamentos de la electrónica)</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. La corriente eléctrica. 2. El átomo. 3. Circuitos eléctricos. 4. Tipos de circuitos: <ol style="list-style-type: none"> a. Circuitos en serie. b. Circuitos en paralelo. 5. Elementos de un circuito eléctrico: <ol style="list-style-type: none"> a. Generadores. b. Conductores. c. Receptores. d. Elementos de control. e. Elementos de protección. 6. La placa protoboard. 7. Arduino. 8. Snap4Arduino. 9. Paleta de instrucciones: <ol style="list-style-type: none"> a. Arduino

Anexo 3

Proyecto <i>(Street Simulator)</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Presentación del proyecto. 2. Análisis de problemas. 3. Aclaraciones y restricciones. 4. Lista de material.
--	---

Contexto pedagógico

El presente programa está enmarcado dentro de un modelo pedagógico desarrollista. Uno de sus representantes es Jean Piaget y su trabajo está centrado en cómo se construye el conocimiento a partir de la interacción con el medio. Siguiendo este mismo enfoque, Maria Montessori (1912) proclama que los niños no son pequeños adultos faltos de información o de algún tipo de aprendizaje, sino personas que se encuentran en una fase de desarrollo que requiere atender a otros factores relacionados con el afecto y su propio pensamiento. Además, una de sus principales aportaciones a la educación radica en la mejora del ambiente en el que los estudiantes aprenden y crecen. Un ambiente preparado permite que el alumno se desarrolle sin la asistencia y supervisión constante por parte del profesor.

El campo del pensamiento computacional requiere de estructuras cognitivas ordenadas que vayan cambiando secuencialmente. El constructivismo es el enfoque que posiblemente se ajuste mejor a las características de la experiencia que se desea llevar a cabo.

Distribución del aula

A partir de las aportaciones realizadas por María Montessori, se sugiere la siguiente distribución del aula para trabajar de la forma más cómoda posible:



- Grupos reducidos de hasta 14 alumnos para maximizar la atención.
- Mesas distribuidas en forma de U para fomentar el debate y la colaboración.
- En la zona central se ha dispuesto una mesa circular para mostrar a los alumnos algún tipo de experiencia o el trabajo de sus compañeros.
- En la zona superior está la mesa del profesor y justo detrás la pizarra digital.
- En las esquinas del aula hay taquillas en las que se puede almacenar el material.

Anexo 3

Equipamiento tecnológico

Para que los alumnos puedan llevar a cabo todas las actividades mencionadas en el programa, necesitan disponer de equipamiento tecnológico que se ajuste a la problemática planteada. A continuación aparece una lista de todo lo que se necesita:

Herramientas	Cantidad por alumno
Paquete de vasos de plástico.	1
Ordenador dotado de sistema operativo Windows, MacOSX o Linux.	1
Software: Snap, Snap4Arduino.	1
Suite Ofimática: LibreOffice, Microsoft Office ó derivados.	1
Kit de electrónica básica que contenga: <ol style="list-style-type: none"> 1. 3 x LED rojo-verde-amarillo 5mm 2. 1 x Buzzer 3. 1 x Resistencia 100 ohm 4. 3 x Resistencia 200 (220) ohm 5. 2 x Resistencia grande (10 K.ohm) 6. 1 x Micro servo 9g 7. 1 x Motor paso a paso 28BYJ-48 5V DC 8. 20 x Jumpers (cables) 9. 2 x Pulsadores 10. 2 x Interruptores DIP (2 Pin) 11. 2 x Mini protoboard 12. 1 x Arduino UNO 13. 1 x Cable USB 	1 Kit

Presupuesto

Se ha realizado una estimación aproximada del coste del kit de electrónica de la tabla anterior. La cantidad total se corresponde con un único kit. Esa cantidad habrá que multiplicarla por el número kits totales que se vayan a implantar. A esta estimación se le ha añadido un enfoque alternativo que permita equipar a los centros que no dispongan de una infraestructura tecnológica previa.

Herramientas	Unidades	Precio
LED rojo	1	0,30
LED amarillo	1	0,30
LED verde	1	0,30
Buzzer	1	2,40
Resistencia 100 ohm	1	0,10

Anexo 3

Resistencia 220 ohm	3	0,30
Resistencia 10 K. ohm	2	0,20
Micro servo 9g	1	4,50
Motor paso a paso 28BYJ-48 5V DC	1	3,00
Jumper	20	4,25
Pulsador	2	0,40
Interruptor DIP (2 Pin)	2	1,34
Mini protoboard	2	9,74
Arduino UNO	1	9,68
Cable USB	1	2,25
	Total	39,06

Centros sin infraestructura tecnológica

En el caso de que los centros no dispusiesen ya de infraestructura tecnológica, se sugiere un conjunto de herramientas de bajo coste que permitan que los estudiantes aborden el Coding y la interacción con el mundo físico desde un punto de vista todavía más experimental.

Herramientas	Unidades	Precio
Raspberry Pi 3 Modelo B	1	44,56
Carcasa Raspberry Pi 3 Modelo B	1	7,65
Monitor	1	99,00
Altavoces	1	13,75
Teclado USB	1	10,00
Ratón USB	1	7,00
Adaptador de corriente 5V	1	10,85
MicroSD 32 GB	1	12,99
Cable HDMI	1	6,99
	Total	212,79

Metodología

La metodología escogida para llevar a cabo el programa ha sido el Aprendizaje Basado en Problemas. En el ABP prima el proceso seguido por los alumnos frente al producto generado. Se ha intentado combinar el ABP con el Aprendizaje Basado en Proyectos. Esta combinación produce que sean importantes tanto el proceso como el resultado. Algunas de las ventajas

Anexo 3

principales que ofrece el Aprendizaje Basado en Problemas mezclado con el Aprendizaje Basado en Proyectos son las siguientes:

- I. Alumnos con mayor motivación.
- II. Un aprendizaje más significativo.
- III. Desarrollo de habilidades de pensamiento.
- IV. Desarrollo de habilidades para el aprendizaje.
- V. Integración de un modelo de trabajo.
- VI. Posibilita mayor retención de información.
- VII. Permite la integración del conocimiento.
- VIII. Las habilidades que se desarrollan son perdurables.
- IX. Incremento de su autodirección.
- X. Mejoramiento de comprensión y desarrollo de habilidades.
- XI. Habilidades interpersonales y de trabajo en equipo.
- XII. Actitud auto motivada.

Los estudiantes reflejarán su trabajo a través de la programación de un *simulador de una calle* en el que hacen uso de una batería de instrucciones proporcionadas por los programas *Snap* y *Snap4Arduino*. Los alumnos deben enfrentarse a los siguientes puntos para seguir la metodología correctamente: Analizar el problema.

- Identificar la información y conocimientos con los que ya se cuenta.
- Esquema del problema: subdividir el problema en otros más pequeños.
- Diagnóstico situacional: lista de requisitos, conceptos y conocimientos que necesitan dominarse.
- Recopilar información: búsqueda de información en diversas fuentes.
- Planteamiento y difusión de los resultados: elaboración de un informe.

Temporalización

Bajo estas líneas aparece una subdivisión pensada para un curso académico distribuido en una sesión semana de 45 minutos además de lo que se debería trabajar en cada una de ellas.

Sesión	Contenido
#1	<ul style="list-style-type: none"> – Presentación – Análisis de problemas – Situación de aprendizaje
#2	<ul style="list-style-type: none"> – Ejercicios con vasos
#3	<ul style="list-style-type: none"> – Vocabulario – Funciones y parámetros – Ejercicios con vasos utilizando funciones y parámetros

Anexo 3

#4	Actividades complementarias: <ul style="list-style-type: none"> - El monstruo escapista - Código Morse
#5	Juego grupal: <ul style="list-style-type: none"> - El laberinto del monstruo
#6	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué es Snap? - Interfaz - Sprites - Escenario - Experimentación
#7	<ul style="list-style-type: none"> - Instrucciones de movimiento - Reto 1 - Instrucciones de apariencia - Reto 2 - Experimentación
#8	<ul style="list-style-type: none"> - Instrucciones de sonido - Reto 3 - Instrucciones de dibujo - Reto 4 - Experimentación
#9	<ul style="list-style-type: none"> - Instrucciones de eventos - Reto 5 - Experimentación
#10	<ul style="list-style-type: none"> - Instrucciones de control - Reto 6 - Experimentación
# 11	<ul style="list-style-type: none"> - Instrucciones de sensores - Reto 7 - Instrucciones de operadores - Reto 8 - Experimentación
#12	<ul style="list-style-type: none"> - Variables - Reto 9 - Experimentación
#13	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué es la electricidad? - El átomo - Protones, neutrones y electrones - La corriente eléctrica
#14	<ul style="list-style-type: none"> - Circuitos eléctricos - Presentación del Kit de electrónica - La protoboard

Anexo 3

#15	<ul style="list-style-type: none"> – Generadores – Conductores – Receptores – Reto 1 – Experimentación
#16	<ul style="list-style-type: none"> – Receptores – Reto 2 – Elementos de control – Reto 3 – Experimentación
#17	<ul style="list-style-type: none"> – Elementos de protección – Reto 4 – Experimentación
#18	<ul style="list-style-type: none"> – Circuitos en serie – Circuitos en paralelo – Reto 5 – Reto 6 – Experimentación
#19	<ul style="list-style-type: none"> – Arduino – Snap4Arduino – Interfaz – Bloques de programación – Reto 7
#20	<ul style="list-style-type: none"> – Reto 8 – Reto 9 – Experimentación
#21	<p>Juego grupal:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Circuitopuzles
#22	<ul style="list-style-type: none"> – Presentación del proyecto final – Aclaraciones y restricciones – Debate para identificar problemas
#23	<ul style="list-style-type: none"> – Debate para identificar estrategias – Experimentación
#24	– Proyecto (Sesión 1)
#25	– Proyecto (Sesión 2)
#26	– Proyecto (Sesión 3)
#27	– Proyecto (Sesión 4)
#28	– Proyecto (Sesión 5)
#29	– Proyecto (Sesión 6)
#30	– Proyecto (Sesión 7)
#31	– Proyecto (Sesión 8)

Anexo 3

#32	– Proyecto (Sesión 9)
#33	– Proyecto (Sesión 10)
#34	– Elaboración del informe (Sesión 1)
#35	– Elaboración del informe (Sesión 2)
#36	– Presentaciones de los proyectos (Sesión 1)
#37	– Presentaciones de los proyectos (Sesión 2)

Material didáctico

El material didáctico para llevar a la práctica el proyecto ya ha sido desarrollado en su totalidad. Estos materiales han cumplido con la premisa de crearse en formato digital para una mayor portabilidad y contextualización en el mundo moderno. Todos los contenidos son expuestos mediante presentaciones en formato PDF y píldoras formativas (vídeos) que podrían proyectarse en el aula. Además, también se incluyen fichas complementarias que faciliten el proceso de enseñanza y aprendizaje de todos los alumnos.

El material está dividido en tres grandes módulos y los vídeos se enlazan dentro de cada presentación:

Módulo	Recurso digital
Resolución de problemas <i>(Introducción)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción.pdf ▪ LaberintoDelMonstruo.pdf
Coding <i>(Snap)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Snap.pdf ▪ HojaReferencia.pdf
Interacción con el mundo físico <i>(Fundamentos de la electrónica)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ FundamentosElectrónica.pdf ▪ Circuitopuzles.pdf
Proyecto <i>(Street Simulator)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proyecto.pdf ▪ GuíaProyecto.pdf ▪ PlantillaProyecto.pdf

Todo el material que aparece arriba se ha creado tras un laborioso proceso de curación de contenidos (localización, filtrado y modificación) en la web. Lo puedes encontrar adjunto en formato digital para su consulta.

Medidas de atención a la diversidad

Aquellos alumnos que presenten algún tipo de dificultad a la hora de seguir los contenidos, tienen a su disposición en la parte final de cada módulo **un enfoque diferente** que se aprovecha de otras capacidades y habilidades con la intención

Anexo 3

de alcanzar los objetivos. Se trata de una orientación más lúdica que en la mayoría de los casos transforma el aprendizaje en un proceso más ameno y divertido para estos estudiantes.

Para el primer módulo se ha creado un juego llamado *El Laberinto del Monstruo*. Su objetivo es desarrollar la capacidad de resolución de problemas. El jugador debe encontrar la salida de un laberinto tras haber cogido primero la llave que se encuentra situada en alguna zona del mismo. Para moverse por el laberinto, el jugador dispone de tres instrucciones básicas de movimiento.

Por otra parte, para el módulo centrado en el coding mediante el uso de la herramienta Snap, se le proporcionará a los alumnos el conjunto de todas las piezas del código para que sean capaces de conectarlas de forma adecuada, tratando de aprender mediante el enfoque constructivista de ensayo y error.

En el caso del tema relacionado con la creación de circuitos eléctricos se ha generado un recurso a modo de puzzle donde cada pieza contiene un símbolo de un componente eléctrico. Además, todas las piezas están marcadas con su nombre, logrando que el alumno los vaya recordando poco a poco. Las actividades del módulo las podría afrontar utilizando lo que se ha llamado *El Circuitopuzzle*.

Para acabar, la adaptación del proyecto final se basa en facilitar y guiar el camino, es decir, se proporcionan los dibujos de los circuitos que el alumno debe interpretar y replicar para posteriormente programarlos. Se ofrece al estudiante un proyecto con todas las instrucciones necesarias pero este debe ser capaz de conectarlas adecuadamente.

Ampliación

Al final de cada módulo hay un apartado que se llama: **para profundizar más**. Este apartado es una selección de sugerencias relacionadas que permiten que el alumno pueda seguir aprendiendo por su cuenta y ampliando los contenidos básicos vistos en el programa. Las herramientas sugeridas son libros, software alternativo, juegos para dispositivos móviles, robots programables mediante lenguajes basados en bloques o colores, juegos de mesa, laboratorios de electrónica, etc.

El dominio de estos contenidos de ampliación no es un requisito del programa, pero sí es un buen punto de partida para desarrollar la autonomía e iniciativa personal de los alumnos que demanden más material.

Aprendizaje móvil

La vertiente que se ha elegido para tratar a lo largo de todo el presente proyecto es la que hace referencia al binomio tecnología-educación, pudiendo abordarse también mediante lo que se conoce como Mobile Learning (M-Learning). Hasta hace algunos años, se conocía una determinada serie de teorías cognitivas a la hora de desarrollar la labor de enseñanza y aprendizaje. Con el paso del tiempo, la innovación tecnológica ha estimulado la aparición de algunas otras que podrían ajustarse mejor a los cambios que se están experimentando en la comunidad educativa.

Por eso, si la sociedad ahora es diferente, se debe abordar los problemas que en ella se presentan con métodos alternativos a los que se han utilizado hasta el momento. El programa que se ha diseñado tiene un alto grado de flexibilidad y puede ser llevado a la práctica mediante un enfoque basado en M-Learning ya que todos los contenidos pueden visualizarse en dispositivos portátiles. La existencia de esta posibilidad trata de potenciar el aprendizaje significativo y la capacitación de los alumnos en técnicas de trabajo para que puedan seguir aprendiendo de manera autónoma.

Anexo 4

	A (4 puntos)	B (3 puntos)	C (2 puntos)	D (1 punto)	Observaciones
Análisis de problemas 15 %	Demuestra la capacidad para plantear un claro y detallado planteamiento del problema teniendo en cuenta todos los factores contextuales que sean relevantes.	Demuestra la capacidad para construir el planteamiento del problema teniendo en cuenta la mayoría los factores contextuales que sean relevantes, el planteamiento es lo suficientemente detallado.	Comienza a demostrar la capacidad de construir el planteamiento del problema evidenciando la mayoría de los factores contextuales más relevantes, pero el planteamiento del problema superficial.	Demuestra una limitada capacidad para identificar el planteamiento del problema o los factores contextuales relacionados.	
Organización de estrategias 20 %	Identifica múltiples aproximaciones para solucionar el problema que se aplican en un contexto específico aprovechando productivamente el tiempo asignado para realizar el proyecto. Lo culmina antes del plazo de entrega estipulado.	Identifica múltiples aproximaciones para solucionar el problema, sólo algunas de ellas se aplican en el contexto específico. Utiliza productivamente el tiempo asignado para realizar el proyecto.	Identifica una única aproximación para resolver el problema que se aplica en un contexto específico. Aprovecha la mayoría del tiempo para realizar el proyecto.	Identifica una o varias aproximaciones para solucionar el problema que están desvinculadas con el contexto específico que se trabaja. Desaprovecha el tiempo asignado para realizar el proyecto.	
Implementación 20 %	El programa evidencia comprensión avanzada de bloques y procedimientos. Utiliza apropiadamente las estructuras de control (secuencial, condicional, iterativa). Los hilos de programación son lógicos y están bien organizados. El programa está correctamente depurado.	El programa demuestra comprensión de los bloques y de cómo estos funcionan en conjunto para alcanzar el resultado esperado. Utiliza apropiadamente algunas estructuras de control (secuencial, condicional, iterativa). Los hilos de programación son lógicos y están organizados. El programa está depurado.	El programa demuestra alguna comprensión de los bloques y cómo éstos funcionan en conjunto. Utiliza deficientemente las estructuras de control (secuencial, condicional, iterativa). Los hilos de programación tienen poca organización. El programa tiene una falla de lógica.	El programa demuestra poca comprensión de los bloques y de cómo éstos funcionan en conjunto. Utiliza equivocadamente las estructuras de control (secuencial, condicional, iterativa). Los hilos de programación carecen de organización.	
Creatividad 15 %	El programa realizado es muy original y evidencia un grado de creatividad excepcional por parte del estudiante a la hora de proponer una solución muy ingeniosa.	El programa realizado es original y refleja la creatividad del estudiante a la hora de proponer una solución efectiva.	El programa realizado se basa parcialmente en el diseño e ideas de otros. La creatividad por parte del estudiante es mínima y su solución se asemeja a la de otros.	El programa realizado se basa totalmente en el diseño e ideas de otros. La creatividad por parte del estudiante es inexistente.	
Presentación oral 15 %	El alumno se expresa perfectamente, hace pausas al hablar y transmite las ideas con claridad. Realiza aportaciones con asiduidad para avanzar y mejorar el clima de clase.	El alumno se expresa de forma adecuada pero en ocasiones le cuesta hacerse entender. Suele realizar algunas aportaciones para contribuir al desarrollo de la clase.	Alumno le cuesta expresarse pero lo intenta de vez en cuando. Realiza muy pocas aportaciones para contribuir a la clase.	El alumno habla muy poco o nada. Sus aportaciones son testimoniales y sus contribuciones al resto de compañeros son muy bajas.	
Presentación escrita 15 %	La presentación es absolutamente convincente. Construye las frases adecuadamente para expresar las ideas de forma sencilla. Utiliza los signos de puntuación y las herramientas de formato correctamente.	La presentación es adecuada y algo convincente. La mayoría de las frases están expresadas de forma sencilla. Los signos de puntuación y las herramientas de forma se utilizan de forma correcta en la mayoría de los casos.	La presentación es mediocre y poco convincente. No se entienden las ideas que se tratan de expresar mediante algunas frases. Falta algunos signos de puntuación y el formato del texto es mejorable.	La presentación se preparó fuera de tiempo. No se entienden las ideas expresadas por el alumno. El texto carece de signos de puntuación y el formato es poco adecuado.	

Currículo

A partir del currículo de Educación Primaria para la Comunidad Autónoma de Canarias, se han analizado cuáles son sus criterios y a partir de ellos se han escogido los contenidos y estándares de aprendizaje que están más estrechamente vinculados a la propuesta educativa de coding e interacción con el mundo físico.

Las asignaturas que parecen disponer de los criterios que encajan mejor con este proyecto son las de Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales, Lengua Castellana y Literatura, Matemáticas y, Valores Sociales y Cívicos. En total se han extraído 10 criterios, lo cual lleva a pensar que podrían existir horas suficientes para crear una asignatura que los trabaje de forma transversal descargando el resto de materias.

Ciencias de la Naturaleza

<p>1. Planificar, realizar y proponer proyectos de investigación, de forma individual y en equipo, mediante la recogida de información sobre hechos o fenómenos previamente delimitados de interés comunitario o social, haciendo predicciones y estableciendo conjeturas —tanto de sucesos que ocurren de una forma natural como sobre los que se provocan— a través de un experimento o una experiencia, apreciando el cuidado por la seguridad propia y de sus compañeros y compañeras, cuidando las herramientas y haciendo un uso adecuado de los materiales, con la finalidad de comunicar los resultados de forma oral, escrita o audiovisual, valorando la importancia del rigor, de la persistencia y la creatividad en la actividad científica.</p>	
<p>Estándares de aprendizaje evaluables relacionados</p> <p>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15.</p>	<p>Contenidos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciación a la actividad científica de forma individual y en equipo. Aproximación experimental a algunas cuestiones. 2. Utilización de diferentes fuentes de información (directas, libros,...) y de diversos materiales, teniendo en cuenta las normas de seguridad. 3. Lectura de textos propios del área. 4. Utilización de las tecnologías de la información y comunicación para buscar y seleccionar información, simular procesos y presentar conclusiones. 5. Desarrollo de hábitos de trabajo y técnicas de estudio. 6. Fomento del esfuerzo y la responsabilidad. 7. Realización de proyectos.

Anexo 5

<p>5. Planificar y realizar experiencias sencillas y pequeñas investigaciones de forma individual y en equipo con la finalidad de estudiar el comportamiento de los cuerpos ante la electricidad, utilizando de forma responsable los instrumentos y materiales, y comunicar el proceso seguido y los resultados obtenidos.</p>	
<p>Estándares de aprendizaje evaluables relacionados</p> <p>53, 64, 66.</p>	<p>Contenidos</p> <p>1. Planificación y realización de experiencias sobre la transmisión de la corriente eléctrica.</p> <p>2. Conceptualización de electricidad: la corriente eléctrica. Comprensión de algunos fenómenos de naturaleza eléctrica y sus efectos (luz y calor). Atracción y repulsión de cargas eléctricas.</p>
<p>6. Realizar pequeñas investigaciones sobre los efectos de la electricidad, los materiales conductores y aislantes, los imanes y la relación entre electricidad y magnetismo, así como los elementos de los circuitos eléctricos a partir de la recogida de información en diferentes fuentes para diseñar, planificar y construir objetos y aparatos sencillos con una finalidad previa, usando circuitos eléctricos, generadores de corriente, operadores y materiales apropiados, combinando el trabajo individual y cooperativo y registrando en un informe las estrategias y las decisiones tomadas.</p>	
<p>Estándares de aprendizaje evaluables relacionados</p> <p>66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73.</p>	<p>Contenidos</p> <p>1. Análisis de operadores y utilización en la construcción de un aparato.</p> <p>2. Construcción de estructuras sencillas con una función o condición para la resolución de un problema a partir de piezas moduladas.</p> <p>3. Valoración de la importancia de la electricidad en el desarrollo de las máquinas.</p> <p>4. Descripción de los elementos de los circuitos eléctricos y construcción de uno</p> <p>5. Análisis de los efectos de la electricidad, de los imanes e identificación de conductores y aislantes.</p> <p>6. Relación entre electricidad y magnetismo.</p> <p>7. Apreciación de la importancia de las habilidades manuales implicadas en el manejo de herramientas, aparatos y máquinas, con exclusión de estereotipos sexistas.</p>

Estándares de aprendizaje evaluables relacionados con las Ciencias de la Naturaleza

1. Busca, selecciona y organiza información concreta y relevante, la analiza, obtiene conclusiones, comunica su experiencia, reflexiona acerca del proceso seguido y lo comunica oralmente y por escrito.
2. Utiliza medios propios de la observación.

Anexo 5

3. Consulta y utiliza documentos escritos, imágenes y gráficos.
4. Desarrolla estrategias adecuadas para acceder a la información de los textos de carácter científico.
5. Manifiesta autonomía en la planificación y ejecución de acciones y tareas y tiene iniciativa en la toma de decisiones.
6. Utiliza, de manera adecuada, el vocabulario correspondiente a cada uno de los bloques de contenidos.
7. Expone oralmente de forma clara y ordenada contenidos relacionados con el área manifestando la comprensión de textos orales y/o escritos.
8. Usa de forma autónoma el tratamiento de textos (ajuste de página, inserción de ilustraciones o notas, etc.).
9. Hace un uso adecuado de las tecnologías de la información y la comunicación como recurso de ocio.
10. Conoce y utiliza las medidas de protección y seguridad personal que debe utilizar en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.
11. Presenta los trabajos de manera ordenada, clara y limpia, en soporte papel y digital.
12. Utiliza estrategias para realizar trabajos de forma individual y en equipo, mostrando habilidades para la resolución pacífica de conflictos.
13. Conoce y respeta las normas de uso y de seguridad de los instrumentos y de los materiales de trabajo.
14. Realiza experiencias sencillas y pequeñas investigaciones: planteando problemas, enunciando hipótesis, seleccionando el material necesario, realizando, extrayendo conclusiones, y comunicando los resultados.
15. Realiza un proyecto, trabajando de forma individual o en equipo y presenta un informe, utilizando soporte papel y/o digital, recogiendo información de diferentes fuentes (directas, libros, Internet), con diferentes medios y comunicando de forma oral la experiencia realizada, apoyándose en imágenes y textos escritos.
53. Conoce las leyes básicas que rigen fenómenos, como la reflexión de la luz, la transmisión de la corriente eléctrica.
64. Investiga a través de la realización de experiencias sencillas sobre diferentes fenómenos físicos y químicos de la materia: planteando problemas, enunciando hipótesis, seleccionando el material necesario, extrayendo conclusiones, comunicando resultados, manifestando competencia en cada una de las fases, así como en el conocimiento de las leyes básicas que rigen los fenómenos estudiados.
66. Respeta las normas de uso, seguridad y de conservación de los instrumentos y de los materiales de trabajo en el aula y en el centro.
67. Identifica diferentes tipos de máquinas, y las clasifica según el número de piezas, la manera de accionarlas, y la acción que realizan.
68. Observa, identifica y describe algunos de los componentes de las máquinas.
69. Observa e identifica alguna de las aplicaciones de las máquinas y aparatos, y su utilidad para facilitar las actividades humanas.

Anexo 5

70. Construye alguna estructura sencilla que cumpla una función o condición para resolver un problema a partir de piezas moduladas, (escalera, puente, tobogán, etc.)
71. Observa e identifica los elementos de un circuito eléctrico y construye uno.
72. Observa, identifica y explica algunos efectos de la electricidad.
73. Expone ejemplos de materiales conductores y aislantes, argumentado su exposición.

Ciencias Sociales

1. Realizar, de manera individual y cooperativa, trabajos y presentaciones de distinto tipo mediante procesos de investigación dirigidos a obtener información concreta y relevante sobre hechos, fenómenos y temas de carácter social, geográfico o histórico, en diferentes textos y fuentes (directas e indirectas), analizarla y organizarla, apoyándose en el uso de las TIC, con la finalidad de alcanzar conclusiones y comunicarlas oralmente o por escrito, mostrando actitudes de cooperación y participación responsable, aceptación respetuosa de las diferencias y tolerancia hacia las ideas y aportaciones ajenas.

Estándares de aprendizaje evaluables relacionados

1, 2, 3, 4, 5, 6, 8.

Contenidos

1. Iniciación al conocimiento científico y su aplicación en las Ciencias Sociales.
2. Selección de información en diferentes fuentes (directas e indirectas).
3. Utilización de las tecnologías de la información y la comunicación para la búsqueda, selección y organización de información, y la presentación de conclusiones.
4. Utilización y lectura de lenguajes textuales, gráficos, icónicos.
5. Desarrollo de estrategias para la organización, memorización y recuperación de la información obtenida mediante diferentes métodos y fuentes.
6. Utilización de técnicas de trabajo intelectual.
7. Empleo de estrategias para el desarrollo de la responsabilidad, la capacidad de esfuerzo y la constancia en el estudio.
8. Utilización de estrategias para el fomento de la cohesión del grupo y del trabajo cooperativo.
9. Uso correcto de diversos materiales de trabajo.
10. Planificación y gestión de los conocimientos, destrezas o habilidades para la transformación de las ideas en actos y la resolución de los problemas de los ámbitos personal, escolar y social en contextos de incertidumbre (iniciativa emprendedora).

Anexo 5

<p>2. Participar y cooperar en la realización de distintos trabajos y tareas colectivas con iniciativa, constancia, esfuerzo y sentido de la responsabilidad, mostrando flexibilidad para aprovechar la información, las ideas propias y ajenas, asumir los cambios, evaluar los procesos y resultados y presentar conclusiones innovadoras, con la finalidad de desarrollar la creatividad y el espíritu emprendedor.</p>	
<p>Estándares de aprendizaje evaluables relacionados</p> <p>5, 6, 8, 9, 14, 15, 16, 17.</p>	<p>Contenidos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciativa emprendedora del alumnado en la realización de proyectos (toma de decisiones, confianza en sí mismo, sentido crítico, iniciativa personal, curiosidad, interés, creatividad y espíritu innovador). 2. Empleo de estrategias para desarrollar la responsabilidad, la capacidad de esfuerzo y la constancia en el estudio (asistencia y puntualidad, establecimiento de metas, estudio con anticipación, entrega puntual de los trabajos, organización de su tiempo y sus materiales, responsabilidad en la utilización de herramientas y materiales, respeto hacia el estudio y el trabajo de otras personas, sin plagio ni copia, uso de instrumentos de planificación y organización como la agenda y el portfolio...). 3. Desarrollo de estrategias para la organización, comprensión, memorización, recuperación y valoración de la información obtenida mediante diferentes métodos y fuentes (subrayado, resumen, notas, mapas conceptuales, esquemas, registros, listados, tablas, argumentarios...). 4. Empleo de estrategias de coordinación de equipos y técnicas de liderazgo en la planificación y ejecución de acciones, tareas y proyectos para la adquisición de objetivos (toma de decisiones, aceptación de responsabilidades, valoración de ideas, intuición, apertura y flexibilidad, asunción de errores...). 5. Defensa de planteamientos, ideas y argumentos frente a otras personas, con asunción de la crítica, aceptación de sugerencias y participación en procesos de autoevaluación y coevaluación.

Estándares de aprendizaje evaluables relacionados con las Ciencias Sociales

<ol style="list-style-type: none"> 1. Busca, selecciona y organiza información concreta y relevante, la analiza, obtiene conclusiones, reflexiona acerca del proceso seguido y lo comunica oralmente y/o por escrito. 2. Utiliza las tecnologías de la información y la comunicación (Internet, blogs, redes sociales...) para elaborar trabajos con la terminología adecuada a los temas tratados. 3. Analiza informaciones relacionadas con el área y maneja imágenes, tablas, gráficos, esquemas, resúmenes y las tecnologías de la información y la comunicación.
--

Anexo 5

4. Realiza las tareas encomendadas y presenta los trabajos de manera ordenada, clara y limpia.
5. Utiliza con rigor y precisión el vocabulario adquirido para elaborar trabajos con la terminología adecuada a los temas tratados.
6. Expone oralmente, de forma clara y ordenada, contenidos relacionados con el área, que manifiesten la comprensión de textos orales y/o escritos.
8. Utiliza estrategias para realizar trabajos de forma individual y en equipo, y muestra habilidades para la resolución pacífica de conflictos.
9. Participa en actividades de grupo adoptando un comportamiento responsable, constructivo y solidario y respeta los principios básicos del funcionamiento democrático.
14. Muestra actitudes de confianza en sí mismo, sentido crítico, iniciativa personal, curiosidad, interés, creatividad en el aprendizaje y espíritu emprendedor que le hacen activo ante las circunstancias que le rodean.
15. Manifiesta autonomía en la planificación y ejecución de acciones y tareas y tiene iniciativa en la toma de decisiones.
16. Desarrolla actitudes de cooperación y de trabajo en equipo, valora las ideas ajenas y reacciona con intuición, apertura y flexibilidad ante ellas.
17. Planifica trabajos en grupo, coordina equipos, toma decisiones y acepta responsabilidades.

Lengua Castellana y Literatura

2. Participar en situaciones de comunicación oral respetando las normas de esta forma de comunicación y aplicando estrategias para hablar en público en situaciones planificadas y no planificadas; y producir textos orales de los géneros más habituales, relacionados con los distintos ámbitos de la interacción social, que respondan a diferentes finalidades, empleando en ellos distintos recursos para expresar ideas, opiniones o emociones personales con la finalidad de satisfacer las necesidades comunicativas, buscar una mejora progresiva en el uso oral de la lengua y desarrollar la propia creatividad, valorando la importancia de un intercambio comunicativo asertivo.

Estándares de aprendizaje evaluables relacionados

1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 23, 24, 25, 26.

Contenidos

1. Participación en situaciones de comunicación, espontáneas o dirigidas, utilizando un discurso ordenado, coherente y cohesionado, adaptándose al contexto, y aplicación de estrategias para hablar en público.
2. Aplicación de las estrategias y normas para del intercambio comunicativo oral: dicción, articulación, ritmo, entonación, volumen, pausas; turno de palabra, escucha activa, adecuación y respeto a la intervención del interlocutor, normas de cortesía, respeto por los sentimientos, experiencias, ideas, opiniones y conocimientos de los demás...

Anexo 5

	<p>3. Organización y planificación de las propias intervenciones orales a través de la elaboración de guiones previos a estas en los que se organice la información a transmitir.</p> <p>4. Producción de los textos orales de diferente tipo y con distintas finalidades o propósitos: narrativos, descriptivos argumentativos, expositivos, instructivos, informativos, persuasivos; identificando su estructura y progresión temática, para comunicar las propias ideas, opiniones y emociones.</p> <p>5. Uso de un lenguaje no discriminatorio y coeducativo, respetuoso con las diferencias.</p> <p>6. Uso responsable y adecuado de las TIC como recurso para apoyar las producciones orales propias.</p> <p>7. Valoración del lenguaje oral como instrumento de aprendizaje y de comunicación, y de la importancia de un intercambio comunicativo asertivo.</p>
--	--

<p>3. Interpretar textos de diversa índole y en diferentes soportes según su tipología, a través de la lectura en voz alta o silenciosa, por medio de la activación progresiva de estrategias para el desarrollo de habilidades de comprensión que permitan interpretar y resumir las ideas y opiniones contenidas en estos, formular juicios críticos, disfrutar de la lectura, acceder al conocimiento del mundo y aumentar la capacidad lectora, así como ampliar el vocabulario y fijar la ortografía.</p>	
<p>Estándares de aprendizaje evaluables relacionados</p> <p>31, 32, 33, 34, 35, 36, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 50, 53, 85, 86, 87.</p>	<p>Contenidos</p> <p>1. Interpretación de recursos gráficos en la comunicación escrita para facilitar la comprensión.</p> <p>2. Consolidación de habilidades lectoras (velocidad, fluidez, entonación, ritmo...).</p> <p>3. Comprensión de textos en diferentes soportes, según su tipología.</p> <p>4. Aplicación de estrategias para la comprensión lectora de textos (activación de conocimientos previos, relectura, parafraseo, visión general del texto, identificación de términos o conceptos confusos, formulación de preguntas, identificación de palabras clave, identificación de las ideas principales y secundarias, deducción del significado de palabras y expresiones con ayuda del contexto o del diccionario, formulación de hipótesis...).</p> <p>5. Interpretación de la información contenida en elementos paratextuales o gráficos del texto: título, ilustraciones o fotografías, tipografía en los titulares o en las portadas, gráficos, esquemas, mapas conceptuales sencillos...</p> <p>7. Identificación y valoración crítica de los mensajes y valores transmitidos por el texto.</p> <p>8. Valoración de los textos escritos como fuente de aprendizaje y como medio de comunicación de experiencias.</p>

Anexo 5

Estándares de aprendizaje evaluables relacionados con Lengua Castellana y Literatura

1. Emplea la lengua oral con distintas finalidades (académica, social y lúdica) y como forma de comunicación y de expresión personal (sentimientos, emociones...) en distintos ámbitos.
2. Transmite las ideas con claridad, coherencia y corrección.
3. Escucha atentamente las intervenciones de los compañeros y sigue las estrategias y normas para el intercambio comunicativo mostrando respeto y consideración por las ideas, sentimientos y emociones de los demás.
4. Aplica las normas socio-comunicativas: escucha activa, espera de turnos, participación respetuosa, adecuación a la intervención del interlocutor y ciertas normas de cortesía.
6. Se expresa con una pronunciación y una dicción correctas: articulación, ritmo, entonación y volumen.
7. Expresa sus propias ideas comprensiblemente, sustituyendo elementos básicos del modelo dado.
8. Participa activamente en la conversación contestando preguntas y haciendo comentarios relacionados con el tema de la conversación.
9. Participa activamente y de forma constructiva en las tareas de aula.
23. Reproduce comprensiblemente textos orales sencillos y breves imitando modelos.
24. Recuerda algunas ideas básicas de un texto escuchado y las expresa oralmente en respuesta a preguntas directas.
25. Organiza y planifica el discurso adecuándose a la situación de comunicación y a las diferentes necesidades comunicativas (narrar, describir, informarse, dialogar) utilizando los recursos lingüísticos pertinentes.
26. Utiliza de forma efectiva el lenguaje oral para comunicarse y aprender escuchando activamente, recogiendo datos pertinentes a los objetivos de la comunicación.
31. Lee en voz alta diferentes tipos de textos apropiados a su edad con velocidad, fluidez y entonación adecuada.
32. Descodifica con precisión y rapidez todo tipo de palabras.
33. Entiende el mensaje, de manera global, e identifica las ideas principales y las secundarias de los textos leídos a partir de la lectura de un texto en voz alta.
34. Muestra comprensión, con cierto grado de detalle, de diferentes tipos de textos no literarios (expositivos, narrativos, descriptivos y argumentativos) y de textos de la vida cotidiana.
35. Lee en silencio con la velocidad adecuada textos de diferente complejidad.
36. Realiza lecturas en silencio resumiendo con brevedad los textos leídos.
41. Interpreta el valor del título y las ilustraciones.
42. Marca las palabras clave de un texto que ayudan a la comprensión global.
43. Activa conocimientos previos ayudándose de ellos para comprender un texto.
44. Realiza inferencias y formula hipótesis.

Anexo 5

45. Comprende la información contenida en los gráficos, estableciendo relaciones con la información que aparece en el texto relacionada con los mismos.
46. Interpreta esquemas de llave, números, mapas conceptuales sencillos.
50. Deduce el significado de palabras y expresiones con ayuda del contexto.
53. Establece relaciones entre las ilustraciones y los contenidos del texto, plantea hipótesis, realiza predicciones e identifica en la lectura el tipo de texto y la intención.
85. Conoce la estructura del diccionario y lo usa para buscar el significado de cualquier palabra (derivados, plurales, formas verbales, sinónimos, etc.).
86. Selecciona la acepción correcta según el contexto de entre las varias que le ofrece el diccionario.
87. Conoce las normas ortográficas y las aplica en sus producciones escritas.

Matemáticas

1. Resolver problemas, estableciendo conexiones entre la realidad y las matemáticas, así como anticipar soluciones razonables, reflexionar sobre las estrategias aplicadas para su resolución y aplicar lo aprendido a situaciones similares futuras. Realizar los cálculos necesarios y comprobar las soluciones obtenidas, profundizando en problemas ya resueltos y planteando pequeñas variaciones en los datos, otras preguntas, etc., con ayuda de herramientas tecnológicas si fuera necesario. Expresar verbalmente o por escrito el proceso seguido.

Estándares de aprendizaje evaluables relacionados	Contenidos
1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 13, 21, 22, 23, 69.	<p>1. Utilización de medios tecnológicos en el proceso de aprendizaje para obtener información, realizar cálculos numéricos, resolver problemas y presentar resultados.</p> <p>2. Formulación oral y escrita de razonamientos lógico-matemáticos con un lenguaje preciso.</p> <p>3. Argumentación sobre la validez de una solución o su ausencia, identificando, en su caso, los errores en una dinámica de interacción social con el grupo.</p> <p>4. Planificación del proceso de resolución de problemas: comprender el enunciado, discriminar los datos y su relación con la pregunta, realizar un esquema de la situación, elaborar un plan de resolución, ejecutar el plan siguiendo la estrategia más adecuada, comprobar los resultados, responder y generalizar.</p> <p>5. Desarrollo de estrategias y procedimientos: ensayo-error, organización de la información, simplificar, analogía y comenzar desde atrás.</p>

Anexo 5

2. Elaborar conjeturas, planificar, observar, experimentar, analizar interrogantes, argumentar, aplicar estrategias de razonamiento para resolver retos o pequeñas investigaciones matemáticas de la propia asignatura o del entorno, y explicar el trabajo realizado y las conclusiones obtenidas, trabajando en equipo, y mostrando en el proceso actitudes del quehacer matemático.

Estándares de aprendizaje evaluables relacionados

11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 20.

Contenidos

1. Planteamiento de pequeñas investigaciones en contextos relacionados con las matemáticas.
2. Acercamiento al método de trabajo científico mediante el estudio de algunas de sus características y su práctica en situaciones sencillas.
3. Confianza en las propias capacidades para desarrollar actitudes adecuadas y afrontar las dificultades propias del trabajo científico.
4. Formulación de razonamientos lógico-matemáticos con un lenguaje preciso y para la argumentación sobre la validez de una solución, o su ausencia, identificando, en su caso, los errores.
5. Colaboración activa y responsable en el trabajo en equipo, manifestando iniciativa para resolver las dificultades que surjan.

Estándares de aprendizaje evaluables relacionados con las Matemáticas

1. Comunica verbalmente de forma razonada el proceso seguido en la resolución de un problema de matemáticas o en contextos de la realidad.
2. Analiza y comprende el enunciado de los problemas (datos, relaciones entre los datos, contexto del problema).
3. Utiliza estrategias heurísticas y procesos de razonamiento en la resolución de problemas.
4. Reflexiona sobre el proceso de resolución de problemas: revisa las operaciones utilizadas, las unidades de los resultados, comprueba e interpreta las soluciones en el contexto de la situación, busca otras formas de resolución, etc.
5. Realiza estimaciones y elabora conjeturas sobre los resultados de los problemas a resolver, contrastando su validez y valorando su utilidad y eficacia.
7. Identifica patrones, regularidades y leyes matemáticas en situaciones de cambio, en contextos numéricos, geométricos y funcionales.
8. Realiza predicciones sobre los resultados esperados, utilizando los patrones y leyes encontrados, analizando su idoneidad y los errores que se producen.
9. Profundiza en problemas una vez resueltos, analizando la coherencia de la solución y buscando otras formas de resolverlos.
10. Se plantea nuevos problemas, a partir de uno resuelto: variando los datos, proponiendo nuevas preguntas, conectándolo con la realidad, buscando otros contextos, etc.

Anexo 5

<p>11. Elabora informes sobre el proceso de investigación realizado, exponiendo las fases del mismo, valorando los resultados y las conclusiones obtenidas.</p> <p>12. Practica el método científico, siendo ordenado, organizado y sistemático.</p> <p>13. Planifica el proceso de trabajo con preguntas adecuadas: ¿qué quiero averiguar?, ¿qué tengo?, ¿qué busco?, ¿cómo lo puedo hacer?, ¿no me he equivocado al hacerlo?, ¿la solución es adecuada?</p> <p>15. Elabora conjeturas y busca argumentos que las validen o las refuten, en situaciones a resolver, en contextos numéricos, geométricos o funcionales.</p> <p>16. Desarrolla y muestra actitudes adecuadas para el trabajo en matemáticas: esfuerzo, perseverancia, flexibilidad y aceptación de la crítica razonada.</p> <p>17. Se plantea la resolución de retos y problemas con la precisión, esmero e interés adecuados al nivel educativo y a la dificultad de la situación.</p> <p>19. Se inicia en el planteamiento de preguntas y en la búsqueda de respuestas adecuadas, tanto en el estudio de los conceptos como en la resolución de problemas.</p> <p>20. Desarrolla y aplica estrategias de razonamiento (clasificación, reconocimiento de las relaciones y uso de contraejemplos), para crear e investigar conjeturas y construir y defender argumentos.</p> <p>21. Toma decisiones en los procesos de resolución de problemas valorando las consecuencias de las mismas y su conveniencia por su sencillez y utilidad.</p> <p>22. Reflexiona sobre los problemas resueltos y los procesos desarrollados, valorando las ideas claves, aprendiendo para situaciones futuras similares, etc.</p> <p>23. Utiliza herramientas tecnológicas para la realización de cálculos numéricos, para aprender y para resolver problemas, conjeturas y construir y defender argumentos.</p> <p>69. Resuelve problemas que impliquen dominio de los contenidos trabajados, utilizando estrategias heurísticas, de razonamiento (clasificación, reconocimiento de las relaciones, uso de contraejemplos), creando conjeturas, construyendo, argumentando y tomando decisiones, valorando las consecuencias de las mismas y la conveniencia de su utilización.</p>
--

Valores Sociales y Cívicos

<p>5. Empezar desafíos, desarrollar proyectos y resolver problemas, de manera autónoma y responsable, con actitudes abiertas, desde posturas solidarias y sentimientos compartidos, favoreciendo la interdependencia positiva, para conseguir logros personales y sociales con vistas al bien común.</p>	
<p>Estándares de aprendizaje evaluables relacionados</p> <p>21, 25, 26, 27, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70.</p>	<p>Contenidos</p> <p>1. Expresión de ideas mediante distintos tipos de producciones (proyectos, decálogos, argumentarios, informes, investigaciones, audiovisuales, etc.).</p> <p>2. La cooperación como elemento cohesionador de la convivencia democrática.</p> <p>3. Manifestación de actitudes de respeto hacia la diferencia e igualdad de oportunidades para ambos sexos.</p>

Anexo 5

Estándares de aprendizaje evaluables relacionados con los Valores Sociales y Cívicos

21. Identifica, define problemas sociales y cívicos e implanta soluciones potencialmente efectivas.
25. Desarrolla actitudes de respeto y solidaridad hacia los demás en situaciones formales e informales de interacción social.
26. Emplea el pensamiento consecuencial para tomar decisiones éticas.
27. Identifica ventajas e inconvenientes de una posible solución antes de tomar una decisión ética.
62. Establece relaciones de confianza con los iguales y las personas adultas.
63. Desarrolla proyectos y resuelve problemas en colaboración.
64. Pone de manifiesto una actitud abierta hacia los demás compartiendo puntos de vista y sentimientos durante la interacción social en el aula.
65. Muestra buena disposición a ofrecer y recibir ayuda para el aprendizaje.
66. Recurre a las estrategias de ayuda entre iguales.
67. Respeta las reglas durante el trabajo en equipo.
68. Utiliza las habilidades del trabajo cooperativo.
69. Emplea destrezas de interdependencia positiva.
70. Describe conductas solidarias.

Anexo 6.1

Coding e interacción con el mundo físico

Resolución de problemas



Análisis de problemas

¿Qué pasos seguirías si tuvieses los ojos vendados y alguien te dijese que salgas por una puerta que se encuentra delante de ti?




Análisis de problemas

1. Dar un paso.
2. Preguntar: ¿Tengo algo delante?
 - Si la respuesta es "Sí" continuamos con el paso 3.
 - Si la respuesta es "No" volvemos al paso 1.
3. Preguntar: ¿Está abierta la puerta?
 - Si la respuesta es "Sí" vamos al paso 5.
 - Si la respuesta es "No" continuamos con el paso 4.
4. Abrir la puerta.
5. Dar un paso.



Análisis de problemas

Un ordenador no es inteligente, su único objetivo es cumplir con todas las órdenes dictadas por el programador. Debido a esta situación, no es capaz de saber si lo que estamos diciendo es correcto o si por el contrario le estamos pidiendo algo absurdo.

Pero hay una buena noticia, a pesar de que un ordenador no sea tan inteligente sí que es muy rápido.




Vocabulario

Algoritmo:
Grupo de instrucciones que siguen una secuenciación lógica para resolver con éxito una tarea.

Codificar/programar:
Traducir las instrucciones generadas en el algoritmo para que el ordenador sea capaz de entenderlas.

Depuración de errores (debug):
Buscar y corregir los fallos que pueda tener la secuencia de instrucciones.



Situación de aprendizaje (guiada por el profesor)

El compañero robot:
Coloca los vasos que aparecen en la imagen inferior utilizando las instrucciones de la lista que aparece a la derecha.



	Mover a la derecha
	Mover a la izquierda
	Coger un vaso
	Soltar el vaso
	Girar 90º a la derecha
	Girar 90º a la izquierda

Nota: los movimientos implican un desplazamiento de medio vaso de distancia.

Situación de aprendizaje (guiada por el profesor)

Reglas:

- El robot no puede hablar con los programadores.
- No puedes tocar los vasos mientras programas.
- Sólo puedes usar las seis flechas proporcionadas.
- Para coger el siguiente vaso también tienes que escribir las instrucciones necesarias.



Ejercicios

Crea las siguientes figuras utilizando las instrucciones vistas anteriormente.



Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3

Nota: recuerda que los movimientos implican un desplazamiento de medio vaso de distancia.

Ejercicios

Crea las siguientes figuras utilizando las instrucciones vistas anteriormente.

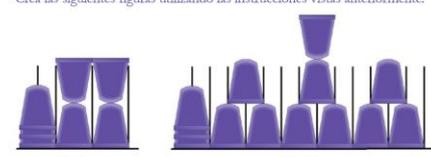


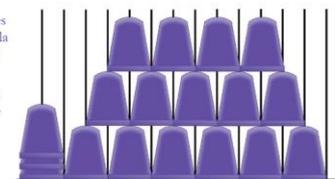
Fig. 4 Fig. 5

Nota: recuerda que los movimientos implican un desplazamiento de medio vaso de distancia.

Reto

Escribe las instrucciones necesarias para realizar la siguiente configuración de vasos.

Inventa alguna forma para hacerlo sin tener que utilizar tantas flechas.



Nota: recuerda que los movimientos implican un desplazamiento de medio vaso de distancia.

Anexo 6.1

Vocabulario

Funciones:

Una función es un trozo de código (conjunto de instrucciones) que podemos reutilizar sin necesidad de tener que volver a escribirlo.

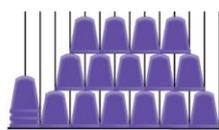
Parámetros:

Los parámetros son datos, información extra que se envía a una función para que realice alguna operación con ellos.



Funciones y parámetros

Las funciones y los parámetros son muy útiles porque nos permiten ahorrar trabajo cuando programamos algo. Sobre todo si una parte del código necesita **reutilizarse** constantemente.



Para colocar el vaso que hay más a la derecha de la fila inferior sin utilizar funciones y parámetros tendríamos que escribir:

```
↑ → → → → → → → → → → ↓
```

En cambio, utilizando la función `→()` y el parámetro 12, solo tendríamos que escribir:

```
↑ → (12) ↓ ← (12)
```

Actividades complementarias

El monstruo escapista:

Un monstruo se ha perdido en el laberinto que aparece a la derecha. Haz de guía y ayúdale a encontrar la llave que le permita abrir la puerta de salida.

Instrucciones:

- **fd:** avanzar.
- **rt:** rotar 90° (sentido de las agujas del reloj).
- **gt:** coger energía.

Nota: separa las instrucciones con comas (,).



Fig. 1

Actividades complementarias



Fig. 2



Fig. 3

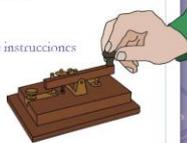
Actividades complementarias

Código morse:

El código morse no deja de estar formado por una serie de instrucciones que representan las letras mediante pitidos largos y cortos.

Reglas:

- La duración del sonido del punto es una unidad.
- La duración del sonido del guion es de tres unidades.
- El espacio entre palabras es de siete unidades y lo representamos con "/". Su duración es de siete unidades.



Actividades complementarias

Código morse:

Utiliza la tabla de la derecha para codificar el texto "Me gusta programar" en código morse.

Ejemplo:

- H →
- O → ---
- L → -.-.
- A → .-



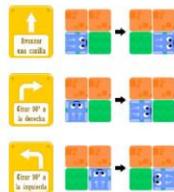
A	.-	U	..--
B	-...-	V	..-.-
C	-.-.-	W	.-.-.
D	.-.-.	X	..-.-.
E	...	Y	.-.-.-
F	..-.-	Z	..--.-
G	...-		
H		
I	..		
J	.-.-	1	-----
K	-.-.	2	-----
L	-.-.	3	-----
M	---	4	-----
N	-.-	5	-----
O	---	6	-----
P	.-.-	7	-----
Q	..--	8	-----
R	.-.-	9	-----
S	...-	0	-----
T	.-		

Un enfoque diferente

El laberinto del monstruo:

El juego ha sido diseñado para trabajar el primer módulo de una forma mucho más experimental y colaborativa. Se ha creado un juego de tablero y cartas que puede ser impreso para utilizar en el aula o en casa.

El objetivo del juego es encontrar la salida de un laberinto tras haber cogido primero la llave que está situada en alguna zona del mismo. Para moverse por el laberinto, el jugador dispone de tres instrucciones básicas de movimiento.



Para profundizar más...

Si quieres seguir mejorando tu capacidad para resolver problemas mediante el uso de instrucciones secuenciadas, puedes echarle un vistazo a los siguientes recursos:

Para leer y practicar:

Computer Science Unplugged (<http://csunplugged.org/>)



Para jugar con amigos:

Robot Turtles (<http://robotturtles.com/>)



Para jugar solo:

Lightbot (<https://lightbot.com/>)



Kilian González Suárez
Facultad de Ciencias de la Educación
Programa Oficial de Doctorado en Formación del Profesorado



Anexo 6.2

El laberinto del monstruo

Este juego ha sido diseñado para trabajar el análisis y la resolución de problemas mediante un enfoque basado en el coding. Los componentes del tablero están conformados por una base de 10 x 10 casillas que representa un laberinto, 60 bloques sólidos que representan las paredes, una llave, una puerta y una ficha de jugador. Además, también se añade un set de cartas que representa las instrucciones de movimiento que puede utilizar el jugador: 40 cartas para avanzar, 15 para girar a la derecha y otras 15 para girar a la izquierda.

Objetivo

El jugador debe encontrar la salida del laberinto tras haber cogido primero la llave que se encuentra situada en alguna zona del mismo. Para moverse por el laberinto, el jugador dispone de tres instrucciones básicas de movimiento. Para coger la llave basta con colocarse sobre ella. Lo mismo sucede con la puerta, si queremos cruzarla es suficiente con colocarse encima.

Cómo se juega

Este juego necesita de dos personas, una será el jugador y otra actuará como árbitro. El árbitro es el encargado de diseñar el nivel al que el jugador debe enfrentarse. Debe colocar las piezas sobre el tablero de modo que siempre exista una posible escapatoria del laberinto.

Cuando el árbitro haya dispuesto todas las piezas, el jugador (sin tocar el tablero) tiene que utilizar las cartas para generar una secuencia lógica de instrucciones que le permitan resolver el problema. Una vez finalizada la secuencia de instrucciones, el árbitro será el encargado de ejecutarlas moviendo el personaje para comprobar si se ha superado el nivel.

Instrucciones



Avanzar

El jugador avanza su personaje una casilla.



Girar a la derecha

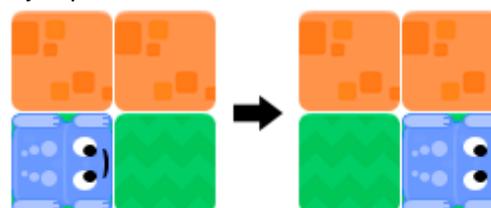
El jugador gira el personaje 90° a la derecha sin avanzar ninguna casilla.



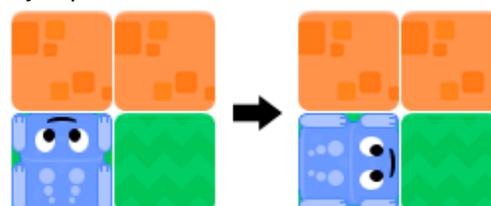
Girar a la izquierda

El jugador gira el personaje 90° a la izquierda sin avanzar ninguna casilla.

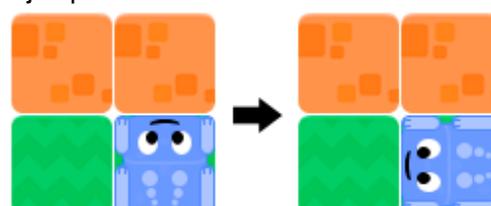
Ejemplo #1



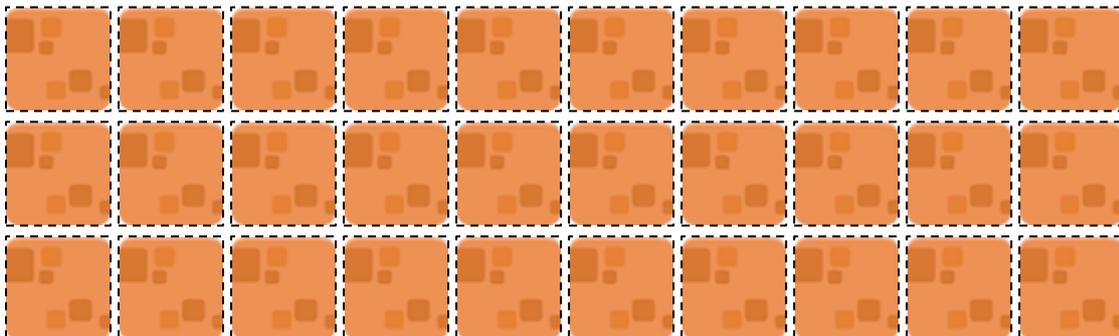
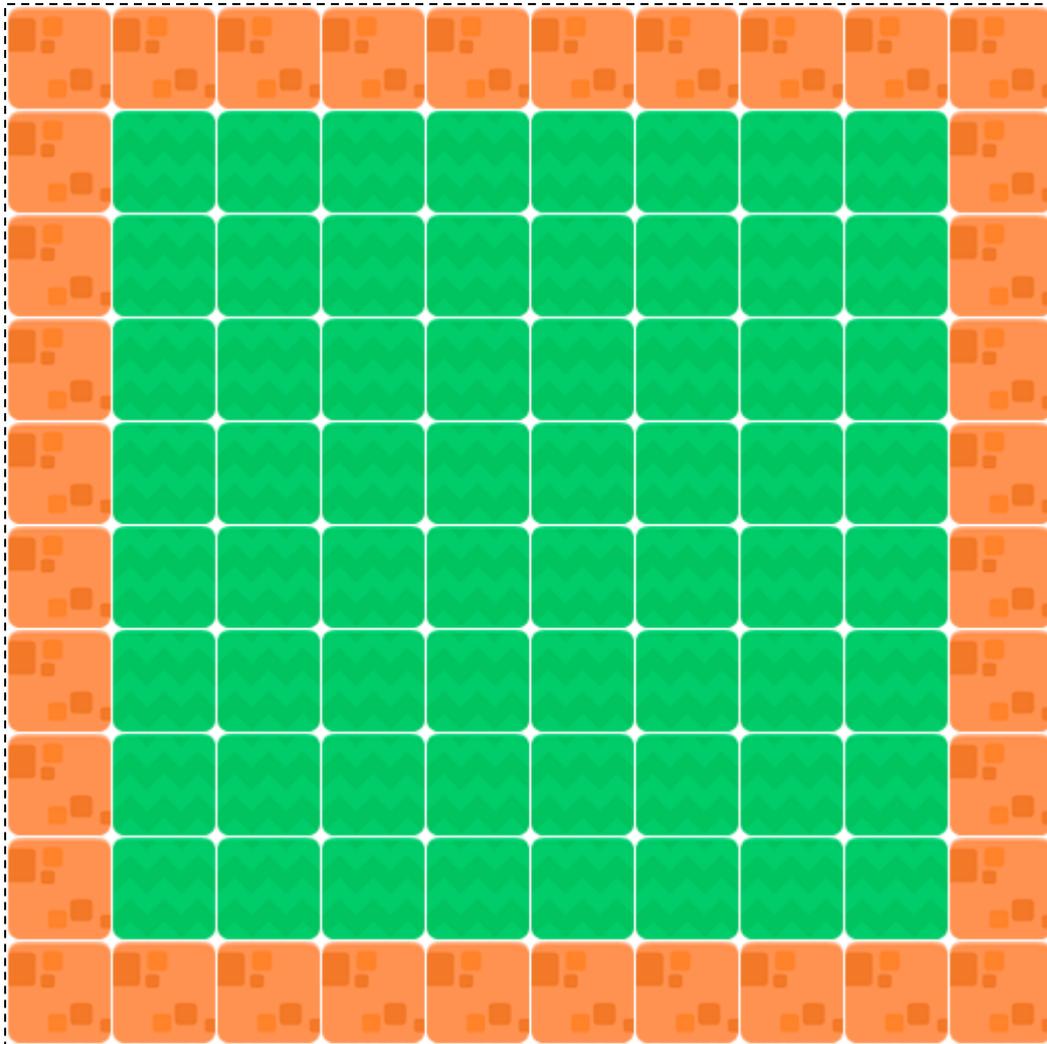
Ejemplo #2



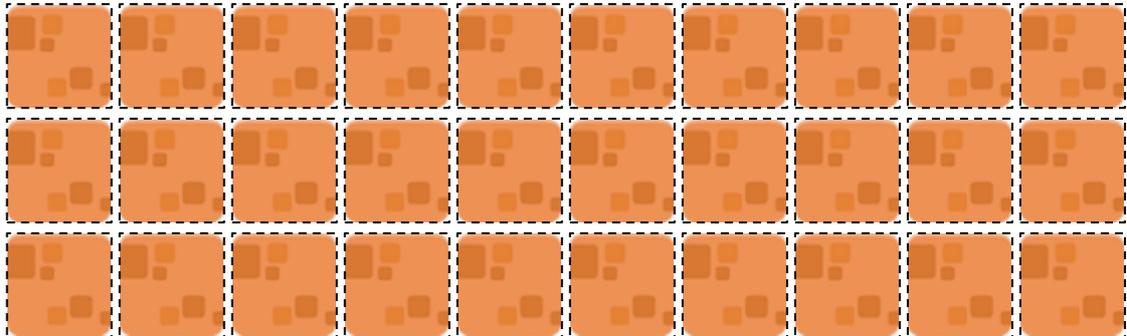
Ejemplo #3



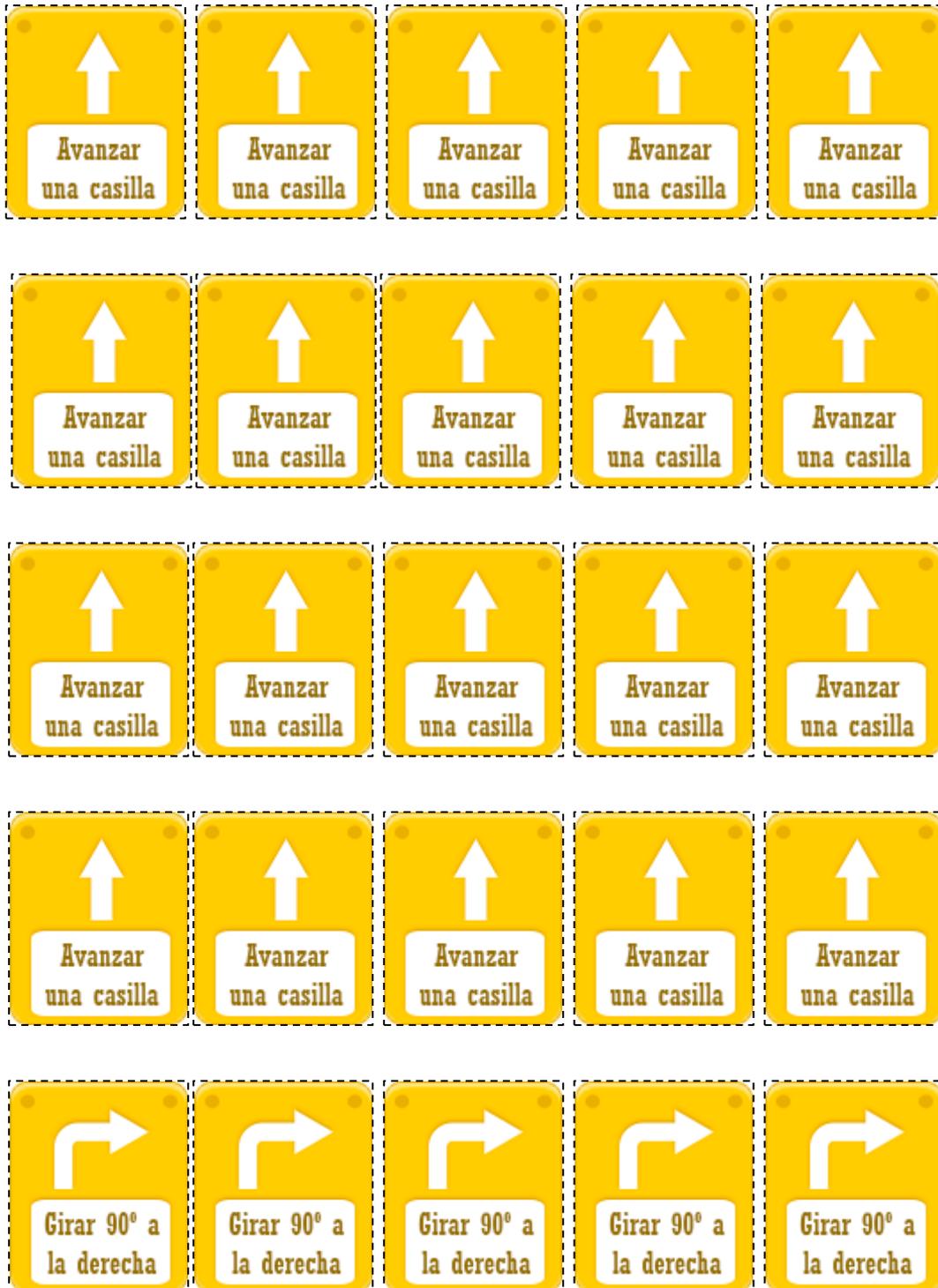
Anexo 6.2



Anexo 6.2



Anexo 6.2



Anexo 6.2



Anexo 6.3

Coding e interacción con el mundo físico

¿Qué es Snap?

Snap! es un programa diseñado por la Universidad de California en Berkeley que facilita el aprendizaje de los conceptos básicos del coding (o programación) en alumnos de primaria y secundaria mediante el uso de instrucciones conectadas a modo de puzzle.

Interfaz

Sprites

Los sprites, también conocidos como objetos, son los elementos que podemos programar para que realicen alguna acción dentro del escenario de Snap!

En Snap! siempre que queramos añadir un nuevo sprite habrá que agregar primero una flecha (Turtle sprite) y luego personalizarlo con la apariencia que deseemos. Para personalizar su apariencia hay que arrastrar una imagen desde una carpeta de nuestro ordenador. Los sprites podrían resumirse como imágenes programables.

Escenario

El escenario es el lugar donde ocurre toda la acción visible. Aquí es donde vemos el movimiento de los sprites (objetos) y del contenido de las variables.

El escenario de Snap! tiene una coordenada horizontal que se representa con la letra X y una coordenada vertical que se representa con la letra Y.

Estas coordenadas van desde -240 y 240 para la X y desde -180 hasta 180 para la Y.

Gracias a las coordenadas podemos saber dónde y cómo ubicar los distintos objetos dentro del escenario.

Instrucciones

Movimiento:

Estas instrucciones permiten desplazar los objetos por el escenario atendiendo a las coordenadas X (horizontal) e Y (vertical). También permiten girarlas un determinado número de grados o apuntarlas en una dirección concreta.

Reto #1

Moviendo la flecha:

Programa la flecha para que se mueva 10 pasos a la derecha cuando pulses sobre la bandera verde. La flecha debe estar apuntando a izquierda en todo momento.

Instrucciones

Apariencia:

Estas instrucciones permiten modificar el aspecto visual de los objetos que pongamos en el escenario. Además también se utilizan para mostrar mensajes escritos en pantalla a modo de bocadillos.

Reto #2

Maestro del disfraz:

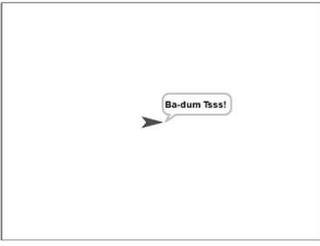
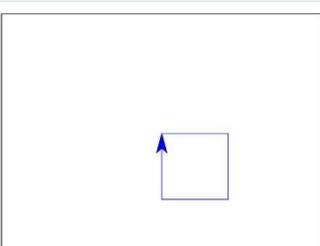
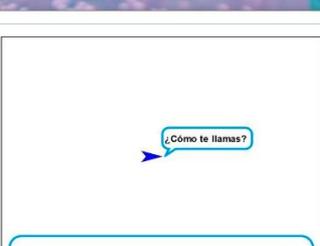
Programa la flecha para que al pulsar la bandera verde muestre durante 3 segundos un bocadillo con el mensaje "Soy un maestro del disfraz". Después debe transformarse en una manzana que tú hayas dibujado.

Instrucciones

Sonido:

Las instrucciones de sonido se utilizan para reproducir una nota musical o algún sonido que hayamos añadido a nuestro proyecto.

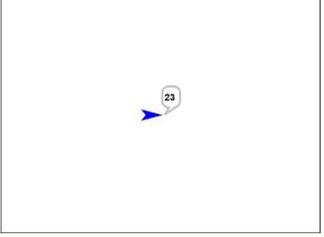
Anexo 6.3

<p>Reto #3</p> <p>Ba-dum Tsss: Programa la flecha para que al pulsar la bandera verde reproduzca el sonido "Ba-dum Tsss" que se suele escuchar cuando alguien cuenta un chiste. Las notas que tienes que utilizar son la 55, la 60 y la 72 con los ritmos 0,2, 0,25 y 1.</p> 	<p>Instrucciones</p> <p>Dibujo: Las instrucciones de dibujo permiten realizar trazos sobre el escenario utilizando el movimiento de los sprites como guía.</p> <p>pen down pen up clear</p> <p>set pen color to  set pen size to 1</p> 
<p>Reto #4</p> <p>Cuadrado perfecto: Programa la flecha para que dibuje un cuadrado azul en el escenario tras pulsar la bandera verde. El cuadrado debe tener 100 pasos por cada lado.</p> 	<p>Instrucciones</p> <p>Eventos: Los eventos permiten disparar la ejecución de las instrucciones que conectamos debajo. Normalmente suelen ser las primeras instrucciones de cada sección de código. Su función principal es coordinar las diferentes partes de nuestro proyecto para que se procesen de la manera más adecuada.</p> <p>when clicked when space key pressed</p> <p>when I receive broadcast</p> 
<p>Reto #5</p> <p>Control remoto: Programa la flecha para que se mueva en las cuatro direcciones representadas por los cursores del teclado:</p> <p>↑ → ↓ ←</p> 	<p>Instrucciones</p> <p>Control: Las instrucciones de control permiten manejar el flujo de ejecución del algoritmo. Las más comunes se utilizan para hacer preguntas o repetir un conjunto de instrucciones un determinado número de veces.</p> <p>if if repeat 10 forever</p> <p>else</p> <p>wait 1 secs stop all</p> 
<p>Reto #6</p> <p>Cuesta abajo y sin frenos: Programa la flecha para que se mueva 10 pasos a la derecha cada vez que pase un segundo. Esta acción debe realizarse de forma indefinida una vez que se pulse la bandera verde.</p> 	<p>Instrucciones</p> <p>Sensores: Los sensores suelen combinarse con los bloques de control para detectar si un objeto está entrando en contacto con otro o si está situado sobre un color determinado. Gracias a los sensores también somos capaces de solicitar datos al usuario.</p> <p>touching ? key space pressed?</p> <p>touching ? ask what's your name? and wait</p> <p>distance to answer</p> 
<p>Reto #7</p> <p>¿Cómo te llamas?: Programa la flecha para que pregunte tu nombre cada vez que se pulse la tecla espacio. Para realizar este reto no puedes utilizar la siguiente instrucción:</p> <p>when space key pressed</p> 	<p>Instrucciones</p> <p>Operadores: Los operadores se utilizan para realizar cálculos o comprobar condiciones lógicas. Si queremos realizar una operación matemática usamos los operadores aritméticos (sumas, restas, multiplicaciones, divisiones...). En cambio, si queremos comprobar si una condición es verdadera o falsa utilizamos los operadores lógicos.</p> <p>Aritméticos: +, -, ×, /</p> <p>pick random 1 to 10 mod</p> <p>Lógicos: >, <, =</p> 

Anexo 6.3

Reto #8

Suma loca:
Programa la flecha para que al pulsar la bandera verde sume dos números aleatorios que estén entre 0 y 20. El resultado de la operación debe mostrarse en un bocadillo de diálogo.



Instrucciones

Variables:
Las variables son zonas de memoria en las que podemos almacenar información.

Make a variable: Pulsando sobre este botón creamos una variable.
Delete a variable: Pulsando sobre este botón borramos una variable.

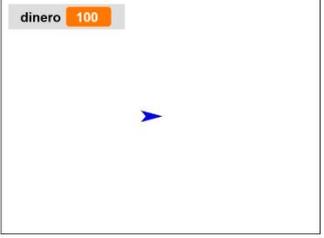
set nombreVariable to 0 **nombreVariable**

change nombreVariable by 1



Reto #9

Comprador compulsivo:
Crea una variable llamada dinero y guarda el número 100 (euros) en su interior cuando pulses la tecla espacio.
Programa la flecha para que al pulsar la bandera verde reste 5 euros al contenido de la variable.



Actividades complementarias

Pares o nones:
Crea un juego para dos jugadores donde cada uno esté representado por una flecha (sprite) dentro del escenario. El juego debe solicitar a cada jugador un número. Si la suma de ambos números es par, gana el jugador que está más a la derecha en el escenario. Si la suma de ambos números es impar, gana el jugador situado más a la izquierda.

Recuerda que debes personalizar la apariencia de los sprites para que el juego sea mucho más atractivo.

Los jugadores deben tener cuidado para que el contrario no vea el número que han escrito.



Un enfoque diferente

Para resolver los retos y actividades anteriores de una forma mucho más guiada y simplificada a continuación se proporcionan las instrucciones necesarias para que trates de conectarlas correctamente.

Instrucciones para el reto #1:

when clicked **move -10 steps**

point in direction -90

Un enfoque diferente

Instrucciones para el reto #2:

when clicked **switch to costume Manzana**

say Soy un maestro del disfraz for 3 secs

switch to costume Turtle

Un enfoque diferente

Instrucciones para el reto #3:

when clicked **play note 55 for 0.2 beats**

play note 72 for 1 beats

play note 60 for 0.25 beats

Un enfoque diferente

Instrucciones para el reto #4:

when clicked **turn 90 degrees x 3**

set pen color to

pen down **move 100 steps x 4**

Un enfoque diferente

Instrucciones para el reto #5:

when up arrow key pressed **when down arrow key pressed**

point in direction 90 **point in direction 0** **point in direction 180**

point in direction -90 **when left arrow key pressed**

when right arrow key pressed **move 10 steps x 4**

Un enfoque diferente

Instrucciones para el reto #6:

when clicked **wait 1 secs**

move 10 steps **forever**

Anexo 6.3

Un enfoque diferente

Instrucciones para el reto #7:

Un enfoque diferente

Instrucciones para el reto #8:

Un enfoque diferente

Instrucciones para el reto #9:

Un enfoque diferente

Instrucciones para la actividad complementaria (pares o nones):

Para profundizar más...

Si quieres seguir mejorando tus habilidades de programación, puedes echarle un vistazo a los siguientes recursos:

Para leer y practicar:
 Aprende a programar con Scratch: una introducción visual a la programación mediante juegos, arte, ciencias y matemáticas (<https://nostarch.com/learnscratch>)

Para programar solo o con amigos:
 Scratch 2 (<https://scratch.mit.edu/>) y Scratch Jr. (<https://www.scratchjr.org/>)

Para programar robots:
 mBot (<http://www.amblock.cc/>) y Ozobot (<http://ozobot.com/>)

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

Kilian González Suárez
 Facultad de Ciencias de la Educación
 Programa Oficial de Doctorado en Formación del Profesorado

Anexo 6.4

Hoja de referencia Snap & Snap4Arduino

Esta hoja de referencia es útil para realizar consultas rápidas sobre el uso que reciben determinadas instrucciones. Además, en ella aparecen los conceptos básicos seguidos por todos los lenguajes de programación, facilitando de este modo el proceso de enseñanza y aprendizaje. La hoja de referencia está estructurada en base a: un cuadro recordatorio de las distintas partes del software, las estructuras más básicas de los lenguajes de programación y las distintas familias de bloques disponibles.

Snap & Snap4Arduino

Elemento	Explicación
Escenario	En el escenario ves cómo tus juegos, animaciones, etc. cobran vida.
Lista de Sprites	Muestra imágenes en miniatura de todos los objetos disponibles en el proyecto.
Paleta de bloques	Los bloques son las instrucciones que podemos utilizar para crear juegos, animaciones, etc.
Scripts	Aquí se colocan todas las instrucciones que debe ejecutar el programa.
Costumes	Los costumes son las apariencias que pueden tener los sprites y el fondo.

Conceptos básicos de programación

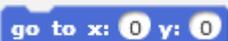
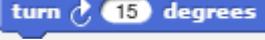
Concepto	Explicación	Ejemplo
Secuencia	Para crear un programa, hay que pensar cuál es el orden correcto en el que debe ejecutarse una secuencia de pasos.	
Condicionales	Verifican si se cumple una condición. Esta condición puede resultar ser verdadera o falsa. Si la condición es verdadera, las instrucciones que hay en el interior se ejecutarán.	
Repetición (bucles)	Se utilizan para crear iteraciones (repetición de una serie de instrucciones). Son muy útiles si queremos ejecutar un código varias veces sin necesidad de volver a escribirlo todo.	
Variables	Las variables sirven para almacenar información que por lo general suele ser números o cadenas de caracteres (palabras).	

Anexo 6.4

Familias de bloques

Familia	Explicación	Ejemplo
Movimiento	Controlan la posición, dirección, rotación y movimiento de los objetos.	
Apariencia	Controlan la apariencia de objetos y escenario.	
Sonido	Controlan la reproducción y volumen de notas musicales y archivos de audio.	
Dibujo	Se utilizan para dibujar sobre el escenario, cambiar el color y el tamaño del trazo.	
Variables	Se utilizan para procesar datos.	
Eventos	Se utilizan para disparar la ejecución de los programas y coordinarlos.	
Control	Son las estructuras que permiten organizar el orden de ejecución de las instrucciones.	
Sensores	Evalúan si un objeto está tocando a otro, al puntero del ratón, si una determinada tecla está siendo pulsada, etc.	
Operadores	Realizan operaciones aritméticas y comparaciones lógicas.	
Arduino	Son las instrucciones que permiten controlar las entradas y salidas de la placa Arduino.	

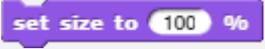
Instrucciones básicas

Movimiento	
	Mueve el sprite (objeto) hacia la dirección a la que apunta, tantos píxeles (steps) como se indique.
	Coloca el objeto en las coordenadas especificadas X e Y.
	Cambia la dirección hacia la que apunta el sprite.
	Contiene la posición del eje de coordenadas X o Y donde se encuentra el sprite.
	Cambia la coordenada X o Y por el valor especificado.
	Gira el sprite la cantidad especificada de grados en el sentido de las agujas del reloj.

Anexo 6.4

	Gira el sprite la cantidad especificada de grados en el sentido contrario de las agujas del reloj.
	Mueve el sprite durante el tiempo indicado hasta que llegue a una cierta posición X e Y.

Apariencia

	Modifica el tamaño de los sprites según el porcentaje especificado.
	Oculto el sprite (objeto) actual.
	Muestra el sprite actual si se encontraba oculto.
	El sprite muestra un bocadillo de diálogo como si estuviese hablando.
	La apariencia del sprite cambia pasando a ser su siguiente disfraz de la lista.
	Cambia la apariencia del sprite por la que nosotros especifiquemos.

Sonido

	Reproduce el sonido especificado.
---	-----------------------------------

Datos

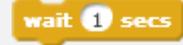
	Establece el valor deseado en la variable que especifiquemos.
---	---

Eventos

	Las instrucciones conectadas debajo se ejecutan después de pulsar sobre la bandera verde.
	Las instrucciones conectadas debajo se ejecutan después de presionar la tecla especificada.
	Las instrucciones conectadas debajo se ejecutan después de recibir el mensaje especificado.
	Emite el mensaje especificado.

Anexo 6.4

Sensores	
	Condición que comprueba si una tecla determinada es pulsada.
	Devuelve datos del sprite especificado, como su posición en el eje de coordenadas X o Y.
	Comprueba si el sprite está tocando a otro objeto en el escenario.
	Devuelve el número correspondiente con la posición del disfraz actual del sprite especificado.

Control	
	Las instrucciones siguientes no se ejecutan hasta que no ha pasado el tiempo especificado.
	Pausa la ejecución del programa hasta que la condición sea verdadera.
	Detiene la ejecución del programa, del script actual o del resto de scripts.
	Sentencia de control que ejecuta las instrucciones que se encuentren en el hueco interior si la condición especificada se cumple.
	Sentencia de control que ejecuta las instrucciones que se encuentren en el primer hueco interior si la condición especificada se cumple. Si no se cumple, se ejecutarán las que se encuentren dentro del segundo hueco.
	Las instrucciones que se encuentren en su hueco interior se ejecutan infinitamente.
	Las instrucciones que se encuentran en su hueco interior se repiten el número de veces que hayamos especificado.

Operadores	
	Suman, restan, multiplican y dividen los elementos que haya en sus términos (cifras o variables).
	Compara los dos términos de su interior y comprueba si se cumple la condición (menor que, igual que o mayor que). Pueden ser cifras o variables.
	Selecciona un número aleatorio entre los dos términos especificados. Los términos pueden ser cifras o variables.

Anexo 6.4

	And comprueba si las dos condiciones en sus términos son verdaderas. Or comprueba si al menos una de ellas lo es.
	Devuelve el resultado contrario al obtenido en su término interior.
	Contiene el valor true o false. Es útil para comparar.

Arduino	
	Pone el valor True o False en el pin digital especificado.
	Establece el ángulo de rotación del servo conectado al pin especificado.
	Lee el valor del pin digital especificado.

Anexo 6.5

Coding e interacción con el mundo físico

Fundamentos de la electrónica



¿Qué es la electricidad?

La electricidad es una forma de energía al igual que lo es también la energía mecánica, la energía luminica, la energía calorífica, etc.

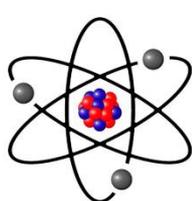
Si queremos comprender qué es exactamente la electricidad tenemos que estudiar primero el concepto de átomo ya que la electricidad está estrechamente relacionada con ellos.




El átomo

Un átomo es la partícula más pequeña que forma un mismo elemento químico sin perder sus propiedades. La palabra viene del latín y significa "indivisible", aunque se ha demostrado que existen partículas más pequeñas que el átomo.

Las tres partículas subatómicas más conocidas que se encuentran dentro del propio átomo son los **protones**, los **neutrones** y los **electrones**.



Protones, neutrones y electrones

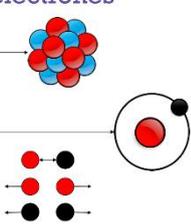
Los **protones** y los **neutrones** conforman el núcleo del átomo:

- La carga de los **protones** es positiva.
- Los **neutrones** no tienen carga, son neutros.

Los electrones dan vueltas alrededor del núcleo siguiendo una órbita:

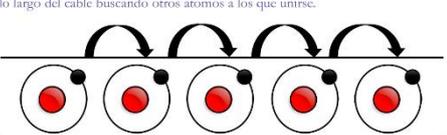
- La carga de los **electrones** es negativa.

Al igual que sucede con los imanes, los **protones** y los **electrones** se atraen al tener cargas diferentes, mientras que las partículas con la misma carga se repelen.

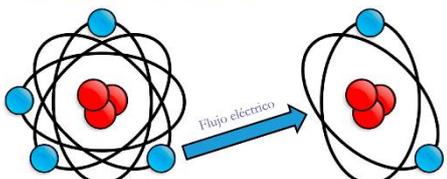


La corriente eléctrica

La corriente eléctrica es el paso de electrones a través de un medio. Si aplicamos la suficiente fuerza electrostática podemos hacer que los electrones se desprendan de los átomos. De este modo haremos liberado al electrón y empezará a viajar a lo largo del cable buscando otros átomos a los que unirse.



La corriente eléctrica

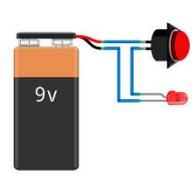


Átomo negativamente cargado Flujo eléctrico Átomo positivamente cargado

Circuitos eléctricos

Los circuitos están constituidos por un conjunto de componentes electrónicos que conectados entre sí forman una trayectoria cerrada para que la corriente eléctrica pueda circular.

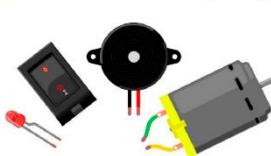
Si el circuito eléctrico sufre algún corte en alguno de sus ramos decimos que está abierto, si no existe tal corte decimos que está cerrado.




Elementos de un circuito eléctrico

Los componentes que se utilizan para crear circuitos eléctricos se categorizan según cuáles sean sus funciones:

- Generadores
- Conductores
- Receptores
- Elementos de control
- Elementos de protección



Generadores

Se encargan de proporcionar la energía eléctrica necesaria para que los circuitos funcionen correctamente.

Pilas



Un solo uso.

Baterías



Pueden recargarse.



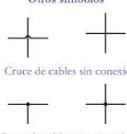

Conductores

Se encargan de distribuir la corriente eléctrica por todo el circuito. Su principal función es la de interconectar los diferentes componentes. Normalmente siempre son cables.

Cables



Otros símbolos



Cruce de cables sin conexión.

Cruce de cables con conexión.



Anexo 6.5

Receptores

Los receptores son los componentes eléctricos que reciben la energía eléctrica y la transforman en otro tipo de energía: lumínica, mecánica, calorífica, sonora...

Bombilla



Símbolo



LED



Símbolo



La patita corta de los leds se llama cátodo y se conecta al negativo de la pila mientras que la patita larga se llama ánodo y se conecta al positivo.



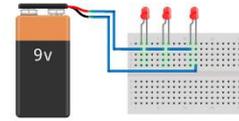
Reto #1

El árbol de navidad:

Dibuja el circuito de la imagen utilizando la simbología correcta.

Este esquema corresponde con un árbol de navidad que tiene 3 luces LED que permanecen encendidas mientras no se agote la energía de la pila.

Construye el circuito de forma física utilizando la protoboard y todos los elementos que veas en la figura.



Receptores

Buzzer



Símbolo



Altavoz



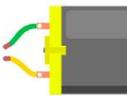
Símbolo



La principal diferencia entre un buzzer y un altavoz es que el buzzer solo es capaz de emitir pitidos y zumbidos mientras que el altavoz puede amplificar un sonido existente.

Receptores

Motor



Símbolo



Servo



Símbolo



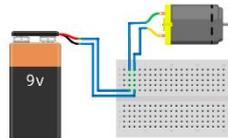
Un motor solo es capaz de girar a mayor o menor velocidad, en cambio, un servo puede configurarse para que gire el número de grados que nosotros le especifiquemos.

Reto #2

El ventilador imparable:

Dibuja el circuito de la imagen utilizando la simbología correcta.

Este esquema corresponde con un ventilador que ha sido construido con un motor que no parará de dar vueltas mientras le quede energía a la pila. Construye el circuito de forma física utilizando la protoboard y todos los elementos que veas en la figura.



Elementos de control

Los elementos de control son aquellos que se utilizan para interactuar de forma manual con el circuito, permitiendo así activar o desactivar las distintas partes del mismo.

Pulsadores



Símbolo



Interruptores



Símbolo



Un pulsador permite cerrar el circuito de forma temporal mientras ejercemos presión sobre él. Un interruptor cierra el circuito de forma permanente hasta que volvamos a accionarlo.

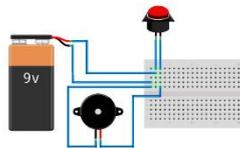


Reto #3

El telégrafo económico:

Dibuja el circuito de la imagen utilizando la simbología correcta.

Este esquema corresponde con un telégrafo que se utilizará para transmitir mensajes en código morse. Construye el circuito de forma física utilizando la protoboard y todos los elementos que veas en la figura.



Elementos de protección

Los elementos de protección se encargan de que ningún componente del circuito sufra daños debido a un mal funcionamiento del mismo.

Resistencias



Símbolo



Fusibles



Símbolo



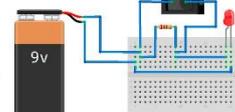
Las resistencias se encargan de reducir la cantidad de corriente eléctrica que circula a través del cable para evitar que otros componentes se estropeen. Por otro lado, los fusibles disponen de un filamento interior que se parte en el caso de que sea demasiada la electricidad que circula a través de él.



Reto #4

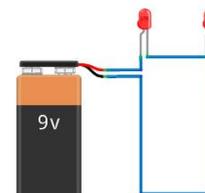
La lámpara bendita:

Dibuja el circuito de la imagen utilizando la simbología correcta. Este esquema corresponde con una lámpara de escritorio con dos niveles de luminosidad que evite que los ojos se dañen por culpa de un alto nivel de luz. Construye el circuito de forma física utilizando la protoboard y todos los elementos que veas en la figura.



Circuitos en serie

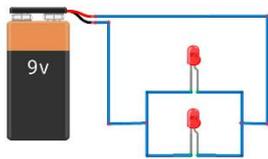
Un circuito en serie es aquel en el que la electricidad solo tiene un camino cerrado por el que puede circular. Si en algún momento el circuito se corta, el resto de componentes dejará de funcionar.



Anexo 6.5

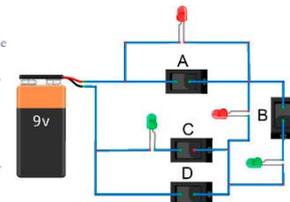
Circuitos en paralelo

Los circuitos en paralelo son aquellos en los que hay varios caminos cerrados e independientes por los que la electricidad puede circular. Si alguno de estos caminos cerrados sufre un corte, el resto de componentes seguirá funcionando.



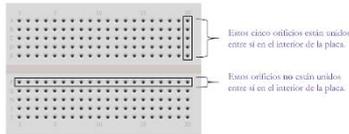
Reto #5

El siguiente circuito está lleno de bombillas que se apagan si accionas el interruptor correcto. Suponiendo que ahora están todas encendidas... ¿Qué interruptores accionarías si solo quieres apagar las bombillas verdes y dejar las rojas encendidas?



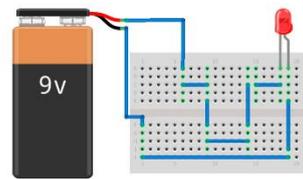
Protoboard

Una protoboard es una placa llena de conexiones que facilita la construcción de circuitos ya que no se necesita soldar nada. Normalmente este tipo de placas está lleno de orificios que se unen en grupos verticales para establecer las conexiones.



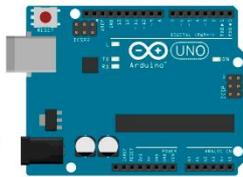
Reto #6

Recuerda que las conexiones de la placa protoboard se distribuyen en columnas. ¿En qué fila y columna de la siguiente protoboard está abierto el circuito? Di la letra de la fila y el número de la columna donde podría haber una desconexión.



Arduino

Arduino es una placa educativa desarrollada en Italia que permite iniciarse en el mundo de la electrónica sin la necesidad de ser un experto en la materia. Podemos conectarle todos los componentes electrónicos que hemos visto anteriormente para programarlos y crear un sistema muchos más complejo.



Snap4Arduino

Snap4Arduino es una versión modificada del software Snap! que añade una nueva familia de bloques denominada "Arduino" y permite controlar de una forma muy sencilla la placa programable que se ha descrito anteriormente. Gracias a Snap4Arduino podremos recibir y enviar señales a través de los pines de entrada y salida de Arduino utilizando los famosos bloques de programación visual a los que ya estábamos acostumbrados.



Interfaz



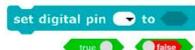
Bloques de programación

Arduino:

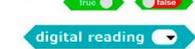
La instrucción **set servo** permite seleccionar el pin al que hayamos conectado el servo para indicarle el número de grados que debe moverse.



La instrucción **set digital pin** permite poner la señal de un pin en nivel alto o bajo. Este nivel se indica mediante los operadores **true** y **false**.

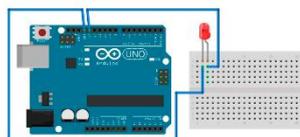


La instrucción **digital reading** permite seleccionar el pin de entrada para ver si la señal que llega está en nivel alto o en nivel bajo. Esta instrucción devuelve **true** o **false** dependiendo de lo que hayamos marcado.



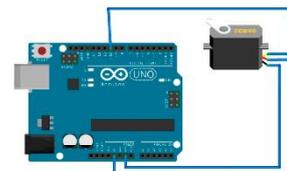
Reto #7

El indicador del coche: Programa el pin 13 de la placa Arduino para que un LED parpadee manteniendo los estados encendido y apagado durante un segundo. El programa debe comenzar su funcionamiento al darle a la bandera verde.



Reto #8

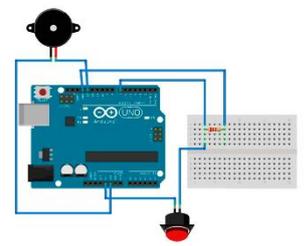
El limpiaparabrisas: Programa el pin 10 de la placa Arduino para que un servomotor gire 180° hacia un lado y 180° hacia el otro, generando el mismo efecto que el limpiaparabrisas de un coche. El programa debe comenzar su funcionamiento al darle a la bandera verde.



Anexo 6.5

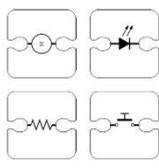
Reto #9

El claxon del coche:
 Programa el pin 13 de la placa Arduino para que un buzzer suene cuando se reciba la señal generada tras apretar un pulsador conectado al pin 7. El programa debe comenzar su funcionamiento al darle a la bandera verde.



Un enfoque diferente...

Circuitopuzles:
 Como alternativa a la forma de trabajar que se ha visto en las diapositivas anteriores, se ha generado un nuevo recurso didáctico basado en la creación de circuitos mediante rompecabezas (puzles). Las piezas del puzle ponen de manifiesto las habilidades psicomotrices para facilitar el aprendizaje del alumno. Todos los componentes estudiados están representados en este material, posibilitando la creación de cualquier circuito eléctrico que se desee.



Para profundizar más...

Si quieres seguir mejorando tus habilidades con la electrónica y la programación, puedes echarle un vistazo a los siguientes recursos:

Para practicar con circuitos:
 Snap Circuits (<http://snapcircuits.net/>) y Makey Makey (<http://makeymakey.com/>)

Para seguir programando Arduino:
 Scratch4Arduino (<http://www.s4a.cat/>)

Para aprender más:
 Bitbloq (<http://bitbloq.bq.com/>) y micro:bit (<http://microbit.org/>)





UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

Kilian González Suárez
Facultad de Ciencias de la Educación
 Programa Oficial de Doctorado en Formación del Profesorado



Anexo 6.6

Circuitopuzles

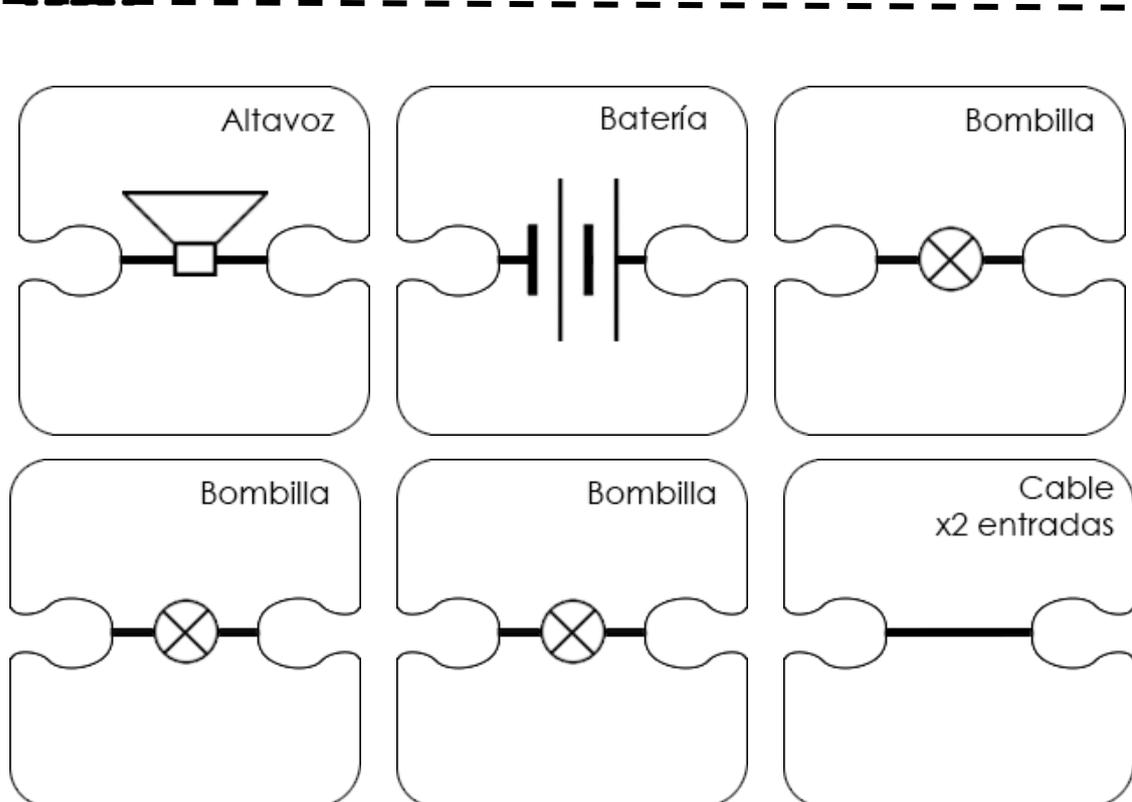
A continuación aparece una serie de piezas de puzle que puedes recortar para construir circuitos electrónicos sin la obligación de adquirir material adicional. Gracias a esta herramienta didáctica aprenderás cómo funcionan los componentes más utilizados y cuáles son sus símbolos.

Lista de piezas

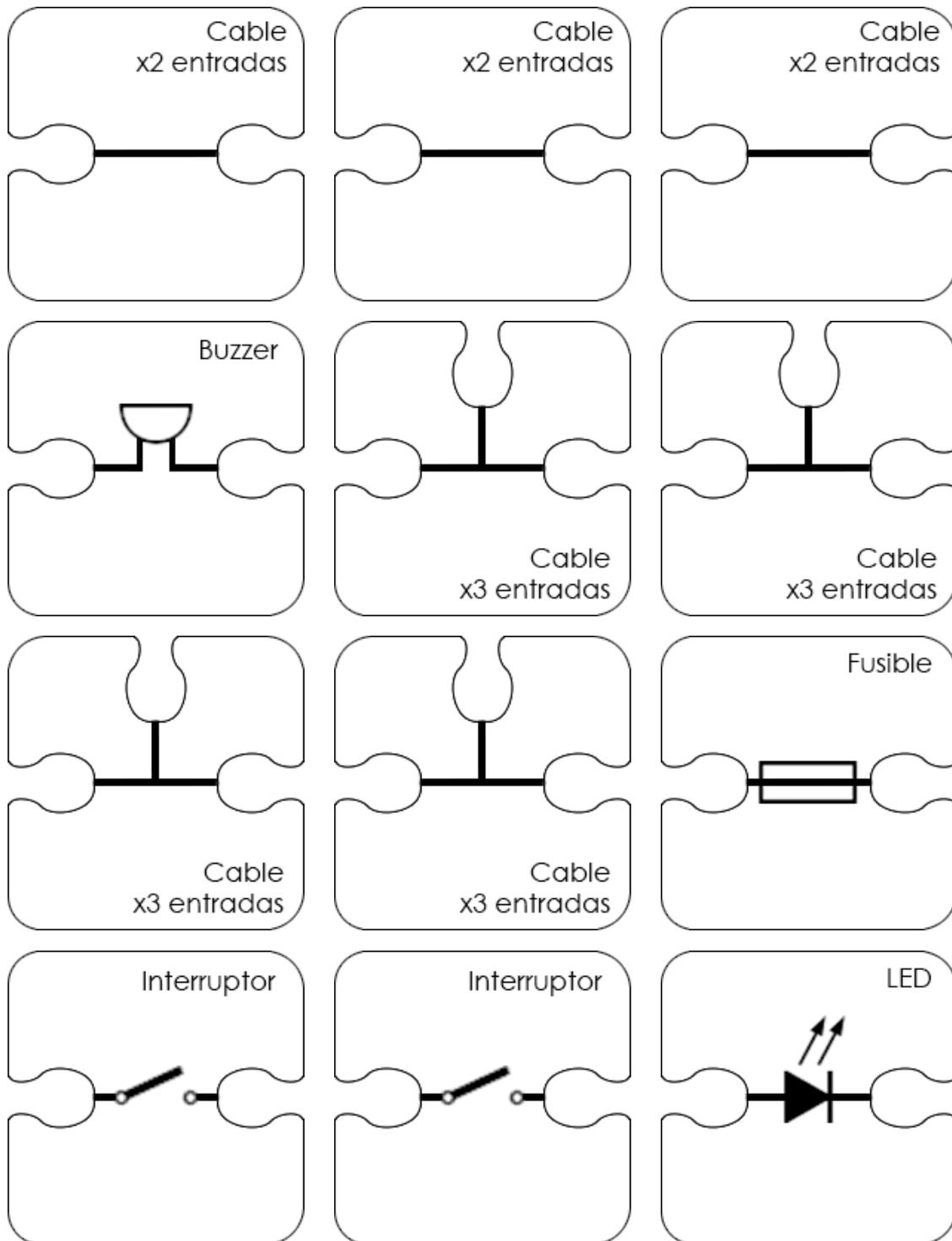
Un altavoz, una batería, tres bombillas, un buzzer, un fusible, dos interruptores, dos pulsadores, tres leds, una pila, un motor, tres resistencias, ocho cables esquineros, cuatro cables de entrada triple, cuatro cables de entrada doble, dieciséis cables de salida doble.

Recomendaciones de montaje

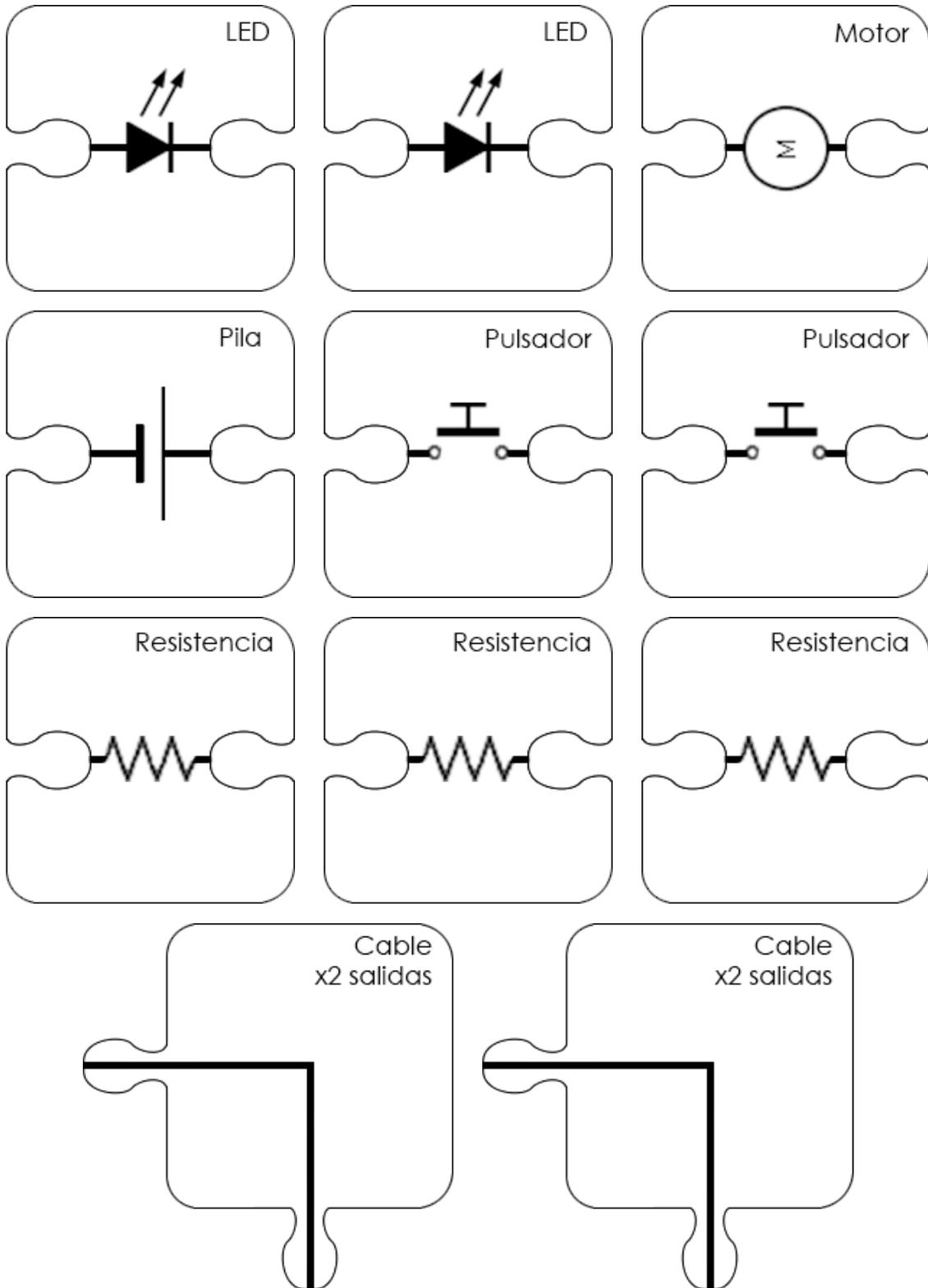
Es recomendable imprimir las piezas del puzle y pegarlas en un cartón grueso antes de recortarlas. En el caso de que cueste encajar las piezas, puedes probar limando el cartón.



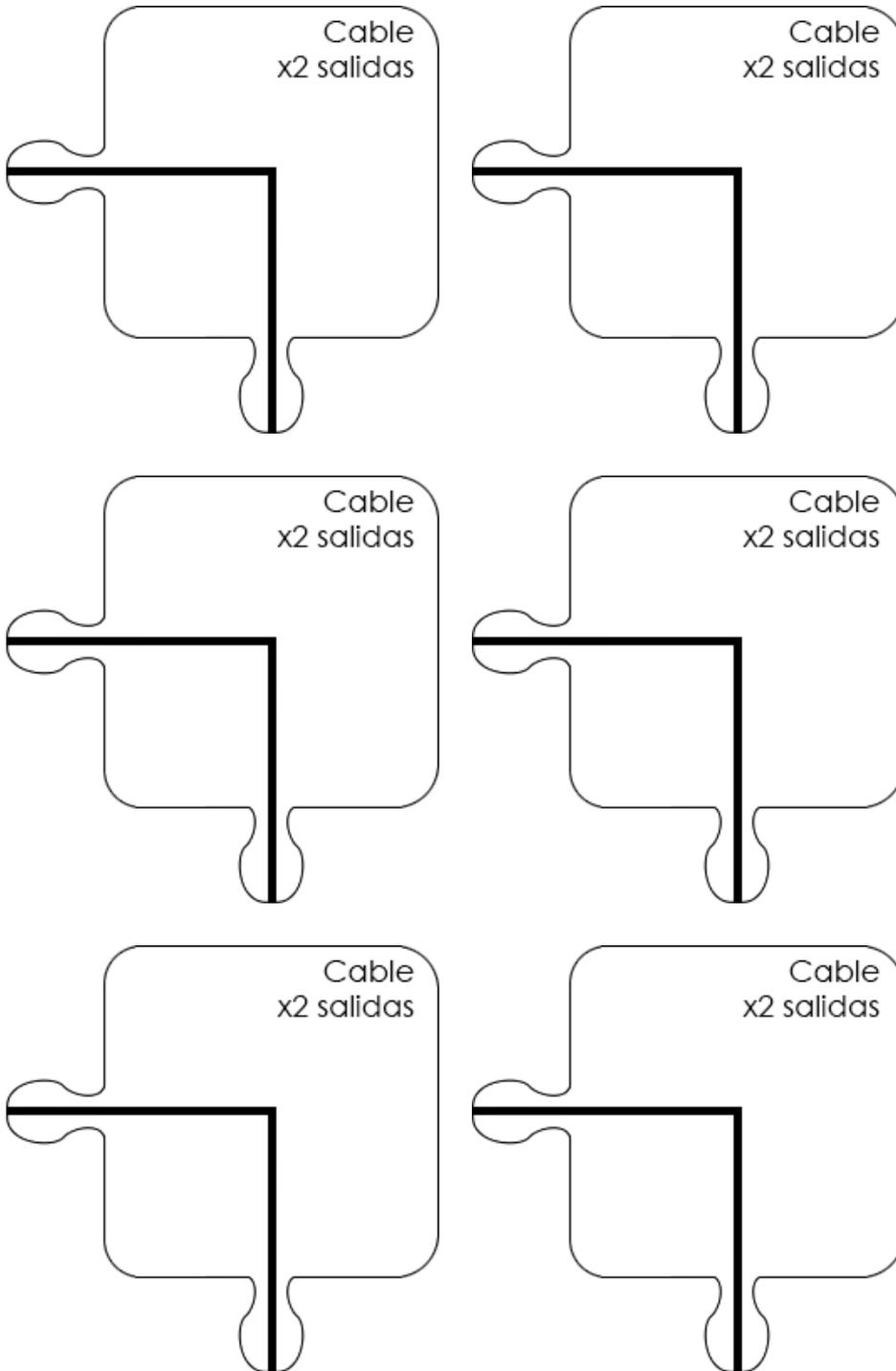
Anexo 6.6



Anexo 6.6



Anexo 6.6



Anexo 6.7

Coding e interacción con el mundo físico

Proyecto

Street Simulator

El departamento de tráfico y obras públicas te ha encargado automatizar el funcionamiento de la barrera del parking municipal y el semáforo que se encuentra a su salida. Es tu obligación conseguir que ambos dispositivos funcionen de forma correcta cuando un coche quiera salir del parking o un peatón quiera cruzar la carretera.

Debes programar un simulador para dicho entorno con los siguientes elementos móviles: coches, peatones, semáforo y la barrera de parking.

Análisis de problemas

Debate en grupo cuáles serían los distintos problemas que hay que resolver teniendo en cuenta los subsistemas que forman parte del proyecto. La división y el análisis de los problemas puedes realizarla en la planilla proporcionada por el profesor.

- Coche
- Barrera
- Semáforo
- Peatón

Subsistemas

```

    graph TD
        Simulador[Simulador] --- Coche[Coche]
        Simulador --- Barrera[Barrera]
        Simulador --- Semáforo[Semáforo]
        Simulador --- Peatón[Peatón]
    
```

Cada uno de estos subsistemas debe ser programado de forma virtual mediante la herramienta Snap4Arduino. Una vez que todo funcione correctamente en el escenario de la aplicación, hay que implementarlo con componentes reales utilizando la placa Arduino.

Aclaraciones y restricciones

Con el objetivo de facilitar y simplificar el proyecto, a continuación se aclara cuál debe ser el funcionamiento concreto de cada subsistema:

Sprite del coche	Sprite de la barrera
<ul style="list-style-type: none"> El coche debe desplazarse solo en el eje de coordenadas Y (vertical). El coche debe detenerse mientras esté en contacto con la barrera del parking. El coche debe pararse antes de entrar en el paso de peatones si el semáforo está en rojo o en ámbar. Cuando un coche desaparece de la pantalla (escenario) debe aparecer uno nuevo en el punto de partida. 	<ul style="list-style-type: none"> La barrera debe levantarse al pulsar la tecla espacio o apretar el botón del circuito. La barrera solo debe girar 90°. Después de girar 90° debe volver a su posición inicial transcurrido 1 segundo.
Servo, pulsador y resistencia	Sprite del peatón
<ul style="list-style-type: none"> El servo debe girar 90° al pulsar la tecla espacio o apretar el botón del circuito. Después de girar 90° el servo debe volver a su posición inicial transcurrido 1 segundo. El botón que activa el servo debe estar conectado con una resistencia grande (10 K, ohm). 	<ul style="list-style-type: none"> El peatón debe moverse solo en el eje de coordenadas X (horizontal). El peatón debe comenzar a cruzar el paso de coches cuando el semáforo se ponga en rojo para los coches. Cuando el peatón termina de cruzar la carretera debe reaparecer en el punto de partida.

Aclaraciones y restricciones

Sprite del semáforo	Sprite del peatón
<ul style="list-style-type: none"> El semáforo debe comenzar tres apariciones, una por cada color. Tras pulsar la tecla Z el semáforo debe ponerse en rojo para los coches tras pasar previamente por el color ámbar. El semáforo debe permanecer 2 segundos en ámbar y 10 segundos en rojo. Transcurrido este tiempo debe volver a verde. 	<ul style="list-style-type: none"> El peatón debe moverse solo en el eje de coordenadas X (horizontal). El peatón debe comenzar a cruzar el paso de coches cuando el semáforo se ponga en rojo para los coches. Cuando el peatón termina de cruzar la carretera debe reaparecer en el punto de partida.
LEDs, pulsador y resistencias	
<ul style="list-style-type: none"> Los LEDs deben encenderse según cambien las apariciones del sprite. Coloca una resistencia de 220 ohm en cada LED para evitar que se quemen. Mientras la luz verde esté encendida, el buzzer debe emitir un sonido. El botón que activa el semáforo debe estar conectado con una resistencia grande (10 K, ohm). 	

Lista de material

Para montar y programar los circuitos correspondientes con los subsistemas del semáforo y la barrera necesitarás el siguiente material:

Barrera	Semáforo	Material común
1 x Servo	3 x LED (rojo, verde y amarillo)	1 x Arduino UNO
1 x Pulsador	1 x Buzzer	1 x Cable USB
1 x Resistencia (10 K, ohm)	1 x Pulsador	
1 x Mini protoboard	1 x Resistencia (10 K, ohm)	
6 x Cables (jumpers)	1 x Resistencia (100 ohm)	
	3 x Resistencias (220 ohm)	
	1 x Mini protoboard	
	12 x Cables (jumpers)	

Análisis de problemas

Plantea, enumera y describe los problemas concretos a los que te vas a enfrentar para desarrollar el proyecto paso por paso.

Problema N°	Descripción
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...

Identificar estrategias

A partir de la división de problemas del apartado anterior, explica cómo abordarías cada uno de ellos para alcanzar la solución. ¿Qué instrucciones usarías?

Problema N°	Estrategia
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...

Un enfoque diferente...

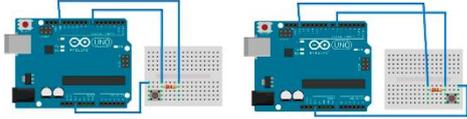
Para facilitar el proceso de aprendizaje se proporcionan algunas propuestas para el diseño de los circuitos que contribuyen a que el alumno consiga los objetivos marcados por el proyecto.

Para la barrera

Para el semáforo

Anexo 6.7

Un enfoque diferente...



Para controlar la barrera

Para controlar el semáforo

De ser necesario también se le puede facilitar el proyecto al alumno con todas las instrucciones desconectadas para que él mismo las acople de manera adecuada. Se le dan las piezas pero su trabajo es averiguar cómo conectarlas.

Para profundizar más...

Si quieres seguir haciendo más proyectos con Arduino, puedes echarle un vistazo a los siguientes recursos:

Para programar como un profesional:
Processing (<https://processing.org/>)

Para hacer más proyectos:
Aventuras con Arduino (<https://go.gl/qLlLK>)
Manual de proyectos con Arduino (<https://nostarch.com/arduinohandbook>)
Arduino Playground (<https://nostarch.com/arduinoplayground>)



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA

Kilian González Suárez
Facultad de Ciencias de la Educación
Programa Oficial de Doctorado en Formación del Profesorado



Anexo 6.8

Coding e interacción con el mundo físico

Guía para el profesor

Introducción

En el Aprendizaje Basado en Problemas, los alumnos son los encargados de establecer la división de problemas que posteriormente deben resolver de uno en uno.

No obstante, el presente documento propone una posible secuencia de tareas en base al proyecto planteado y sus respectivas soluciones.

Para este enfoque se ha optado por dividir el proyecto en 10 partes:

1. Configurar el aspecto visual.
2. Programar el sprite del coche.
3. Programar el sprite de la barrera.
4. Programar el sprite del semáforo.
5. Programar el sprite del peatón.
6. Programar las condiciones de parada del coche.
7. Construir y programar el circuito del semáforo.
8. Construir y programar el circuito del servo.
9. Construir y programar el circuito del buzzer.
10. Construir y programar los circuitos de los pulsadores.

Problema 1

Añadir el fondo y todos los sprites al proyecto.

Añadir las instrucciones necesarias para que al pulsar sobre la bandera verde los sprites estén orientados correctamente y tengan un tamaño adecuado.

Tamaños respecto a la imagen original:

- Coche: 25%
- Barrera: 100%
- Peatón: 10%
- Semáforo: 20%

Problema 2

Programar el coche para que se mueva verticalmente (teniendo en cuenta que debe desaparecer por la parte superior de la pantalla y reaparecer en la parte inferior).

Problema 3

Programar la barrera para que se levante cuando pulsamos la tecla espacio y se baje cuando haya pasado 1 segundo. Ten en cuenta que hay que colocar el punto de rotación en el lugar adecuado.

Problema 4

Programar el semáforo para que se ponga en rojo (tras pasar por ámbar) después de haber pulsado la tecla Z.

El semáforo siempre debe estar en verde a no ser que se pulse la tecla. El color ámbar estará presente durante 2 segundos y el rojo durante 10 segundos.

Problema 5

Programar el peatón para que cruce la carretera cuando el semáforo se ponga en rojo para los coches.

Cuando el semáforo se vuelva a poner en verde el peatón debe aparecer nuevamente en su posición inicial.

Problema 6 – parte 1

Programar el coche para que se detenga cuando toque la barrera.

Problema 6 – parte 2

Programar el coche para que al llegar a la línea blanca del paso de peatones compruebe si el semáforo está en rojo o ámbar.

Si el semáforo está en rojo o ámbar, el coche debe detenerse hasta que se vuelva a poner en verde.

Problema 7

Montar el circuito del semáforo en la placa protoboard y programarlo en Snap4Arduino para que las luces se enciendan de la misma forma que aparece en la pantalla del ordenador.

Utiliza los 3 LEDs de colores y los cables que creas necesarios conectados a los pines:

- Verde: pin 10
- Ámbar: pin 11
- Rojo: pin 12

Anexo 6.8

Problema 8

Montar el circuito del servo en el protoboard y programarlo en Snap4Arduino para que gire 90° cuando la barrera se levante en el escenario. Recuerda también que debe girar en sentido contrario cuando la barrera tenga que bajar.

Conecta los cables del motor así:

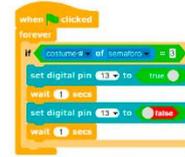
- Rojo: 5V
- Marrón: GND
- Naranja: pin 8



Problema 9

Añade el buzzer al circuito del semáforo y programalo con Snap4Arduino para que emita un pitido mientras la luz sea roja.

- Conecta la pata larga del buzzer al pin 13 de Arduino y la pata corta a GND.



Problema 10

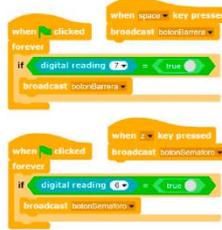
Añade un botón al circuito del servo y programalo en Snap4Arduino para que la barrera se levante después de pulsarlo.

- Conecta el botón a la placa Arduino utilizando el pin 7 y el GND.

Añade también un botón al circuito del semáforo y programalo para que la luz se ponga en verde al pulsarlo.

- Conecta el botón a la placa Arduino utilizando el pin 6 y el GND.

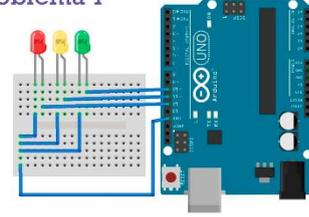
Recuerda poner las resistencias tal y como aparecen en los circuitos de las imágenes del final.



Circuito – Problema 7

Material recomendado

- 1 x LED rojo
- 1 x LED verde
- 1 x LED amarillo
- 3 x Resistencias (220 ohm)
- 1 x Mini protoboard
- 7 x Cables (jumper)



Se recomienda añadir una resistencia entre cada ánodo (+) y el pin de salida de la placa Arduino.

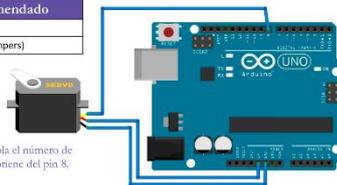
Circuito – Problema 8

Material recomendado

- 1 x Servo
- 3 x Cables (jumpers)

El servo necesita energía para poder funcionar. Esta energía la obtiene del pin 5V.

La información que controla el número de grados que debe girar la obtiene del pin 8.



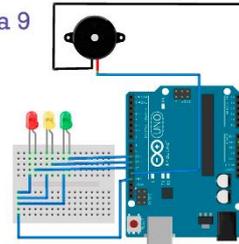
Circuito – Problema 9

Material recomendado

- 1 x Buzzer
- 2 x Cables (jumpers)
- 1 x Resistencia (100 ohm)

Se recomienda añadir una resistencia entre la pata positiva (+) del buzzer y el pin de salida de la placa Arduino.

Normalmente los buzzers vienen con una pegatina en su parte superior. Es conveniente no quitar esta pegatina para evitar que produzca un sonido demasiado molesto.



Circuito – Problema 10

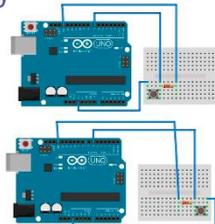
Material recomendado

- 2 x Pulsadores
- 6 x Cables (jumpers)
- 2 x Resistencias (10 K, ohm)

Es importante que los circuitos queden igual que los de las figuras de la derecha.

Si no colocásemos la resistencia tal cual aparece en la foto, los pines de la placa leerían valores erróneos.

De esta forma garantizamos que cuando no se pulse ningún botón, las señales recibidas por los pines 7 y 6 sean bajas.



Kilian González Suárez
Facultad de Ciencias de la Educación
Programa Oficial de Doctorado en Formación del Profesorado



Anexo 6.8

Análisis de problemas

Plantea, enumera y describe los problemas concretos a los que te vas a enfrentar para desarrollar el proyecto paso por paso.

Problema	Descripción del problema
Nº 1	
Nº 2	
Nº 3	

Juego 1

Componemos un dibujo

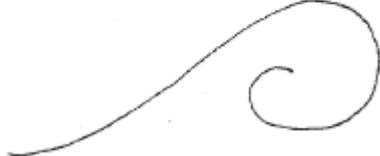
“Mira este trozo de papel verde. Piensa en un dibujo o en una cosa que puedas dibujar usando este trozo de papel como parte del dibujo. Piensa en algo que tengas ganas de dibujar: ¡tienes una buena idea! Coge el trozo de papel verde y pégalo sobre esta página en el lugar que desees hacer tu dibujo. Venga, pega el tuyo. Ahora, con tu lápiz vas a añadir todas las cosas que quieras para hacer un bonito dibujo. Intenta dibujar algo que nadie haya pensado hacer antes. Añade un montón de ideas para que cuentes una verdadera historia. Para acabar, *no te olvides de ponerle un título a tu dibujo*, un nombre divertido que explique bien tu historia”.

Anexo 7

Juego 2

Acabamos un dibujo

“Mira, hemos empezado dibujos en los pequeños cuadrados, pero no los hemos terminado. Eres tú quien va a acabarlos añadiendo cosas. Puedes componer objetos, imágenes... todo lo que quieras, pero es preciso que cada dibujo cuente una historia. Recuerda que los trazos que ya están hechos serán la parte más importante de tu dibujo. Añade un montón de ideas para que sea algo interesante. Después, *escribe en la parte de abajo de cada cuadrado el título del dibujo que has hecho*. Una vez más intenta pensar en ideas en las que nadie haya pensado antes”.

	
Título #1:	Título #2:
	
Título #3:	Título #4:

Anexo 7

	
Título #5:	Título #6:
	
Título #7:	Título #8:
	
Título #9:	Título #10:

Anexo 7

Juego 3

Las líneas

“Ahora vamos a ver cuántos dibujos puedes hacer a partir de dos líneas. Con tu lápiz puedes añadir cosas a esas dos líneas: abajo, arriba, por dentro, por fuera, como tú quieras. *Pero es necesario que esas dos líneas sean la parte más importante de tu dibujo.* Intenta hacer dibujos bonitos, que cuenten una historia. Fíjate bien en que tus dibujos no sean todos iguales. Recuerda poner un título a cada dibujo”.

		
Título #1:	Título #2:	Título #3:
		
Título #4:	Título #5:	Título #6:
		
Título #7:	Título #8:	Título #9:

Anexo 7

Título #10:	Título #11:	Título #12:
Título #13:	Título #14:	Título #15:
Título #16:	Título #17:	Título #18:
Título #19:	Título #20:	Título #21:

Anexo 7

Título #22:	Título #23:	Título #24:
Título #25:	Título #26:	Título #27:
Título #28:	Título #29:	Título #30:

Anexo 8

Test de Pensamiento Crítico de Cornell

En este test hay 6 preguntas de ejemplo y 72 más que debes responder. Trata de hacerlo lo más rápido que puedas pero sin apresurarse demasiado, no es una prueba de velocidad. Una vez que le eches un vistazo a las preguntas de ejemplo, puedes continuar con las siguientes. Al contestar a cada pregunta, utiliza solo la información que se te da. Para que te resulte más sencillo pon la mente en blanco, es posible que algunas de las cosas escritas sean absurdas. Aun así, debes imaginar que son ciertas. Se te proporcionará una o más frases para que pienses y a continuación, se te dará otra sentencia sobre la que tendrás que decidir a partir de lo que ponían las que se te dieron previamente.

<p>1. Supón que sabes que:</p> <p>Bill está al lado de Sam.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Sam está al lado de Bill.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>La respuesta correcta es "Sí". Si Bill está al lado de Sam, entonces Sam tiene que estar al lado de Bill. Esto tiene que ser cierto, así que esa es la opción que se ha marcado.</p>	
<p>2. Supón que sabes que:</p> <p>El gorrión está sobre el halcón.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>El halcón está sobre el gorrión.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>Deberías haber marcado "No". Si el gorrión está sobre el halcón, entonces el halcón no puede estar sobre el gorrión. Esto no puede ser cierto.</p>	
<p>3. Supón que sabes que:</p> <p>Jane está de pie, cerca de Betsy.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Betsy está de pie, cerca de Jane.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>La respuesta correcta es "Quizás". Incluso si Jane está de pie cerca de Betsy, Betsy podría estar sentada. Puede que Betsy esté de pie cerca de Jane, pero también podría estar sentada o de alguna otra forma. No sabes lo suficiente para estar seguro de ello, así que la respuesta es "Quizás".</p>	

Anexo 8

<p>4. Supón que sabes que:</p> <p>California está cerca de Nueva York.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Nueva York está cerca de California.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>La respuesta correcta es "Sí", incluso aunque Nueva York y California no se encuentran cerca realmente. Si California estuviese cerca de Nueva York, entonces Nueva York tendría que estar cerca de California. Esto debería ser cierto.</p>	
<p>5. Supón que sabes que:</p> <p>La pipa está dentro de la boca del zorro.</p> <p>La cereza está dentro de la boca del zorro.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>La pipa está dentro de la cereza.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>La respuesta correcta es "Quizás". Todo lo que se te dice es que la pipa y la cereza están ambas en la boca del zorro. No existe la certeza de que la pipa esté dentro de la cereza o no.</p>	
<p>6. Supón que sabes que:</p> <p>X está al lado de Y.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Y está al lado de X.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>La respuesta correcta es "Sí", no importa cómo estén X e Y. Si X está al lado de Y, entonces Y tiene que estar al lado de X.</p>	

No comiences el test hasta que se te diga que lo hagas.

Anexo 8

<p>7. Supón que sabes que:</p> <p>Si el sombrero que hay sobre la mesa es azul, entonces pertenece a Joan.</p> <p>El sombrero que hay sobre la mesa es azul.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>El sombrero que hay sobre la mesa pertenece a Joan.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>8. Supón que sabes que:</p> <p>Si el coche que hay en el parking es de Mr. Smith, entonces es azul.</p> <p>El coche en el parking no es azul.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>El coche en el parking es de Mr. Smith.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>9. Supón que sabes que:</p> <p>Si Tom vive en la casa blanca, entonces su apellido es Smith.</p> <p>Tom no vive en la casa blanca.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>El apellido de Tom no es Smith.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>10. Supón que sabes que:</p> <p>Harry está en el equipo de fútbol sólo si tiene el permiso de su madre.</p> <p>Harry está en el equipo de fútbol.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Harry tiene el permiso de su madre.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>11. Supón que sabes que:</p> <p>Si Mary vive en la casa blanca, entonces su apellido es Brown.</p> <p>El apellido de Mary es Brown.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Mary vive en la casa blanca.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás

Anexo 8

<p>12. Supón que sabes que:</p> <p>John está en la cocina sólo si hay comida en ella.</p> <p>No hay comida en la cocina.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>John está en la cocina.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>13. Supón que sabes que:</p> <p>Si el coche que hay en el parking pertenece a Mr. Brown, entonces es negro.</p> <p>El coche que hay en el parking no pertenece a Mr. Brown.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>El coche no es negro.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>14. Supón que sabes que:</p> <p>La bicicleta de Joe no funciona hoy.</p> <p>Si la bicicleta de Joe no funciona, entonces él tiene que caminar hasta el colegio.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Joe tiene que caminar hasta el colegio hoy.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>15. Supón que sabes que:</p> <p>Hay una X sólo si hay una Y.</p> <p>No hay una Y.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Hay una X.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>16. Supón que sabes que:</p> <p>Dick no estuvo ayer por la tarde en casa.</p> <p>Si Dick no estuvo en el partido de ayer por la tarde, él estaba en casa.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Dick no estuvo en el partido de ayer por la tarde.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás

Anexo 8

<p>17. Supón que sabes que:</p> <p>Tom puede usar pinturas sólo si ha corregido su trabajo de arcilla.</p> <p>Tom puede usar pinturas.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Tom ha corregido su trabajo de arcilla.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>18. Supón que sabes que:</p> <p>Fred fue a ver una película anoche.</p> <p>Si Fred no va a ver una película, él se siente mal al día siguiente.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Fred no se siente mal hoy.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>19. Supón que sabes que:</p> <p>Si hay una X, entonces hay una Y.</p> <p>Hay una X.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Hay una Y.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>20. Supón que sabes que:</p> <p>Mary estará en la obra de teatro del colegio sólo si a ella le gustan las obras de teatro.</p> <p>Mary estará en la obra de teatro del colegio.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>A Mary no le gustan las obras de teatro.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>21. Supón que sabes que:</p> <p>Tom está jugando a la pelota sólo si tiene unos guantes.</p> <p>Tom no tiene guantes.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Tom está jugando a la pelota.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>

Anexo 8

<p>22. Supón que sabes que:</p> <p>Si hay una X, entonces hay una Y.</p> <p>No hay una Y.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Hay una X.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>23. Supón que sabes que:</p> <p>Si las ballenas son pájaros, entonces pueden volar.</p> <p>Las ballenas no son pájaros.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Las ballenas no pueden volar.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>24. Supón que sabes que:</p> <p>Si Bill vive en una granja, entonces él tiene un perro como mascota.</p> <p>Bill tiene un perro como mascota.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Bill vive en una granja.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>25. Supón que sabes que:</p> <p>A Jerry no le pidieron que jugase a la pelota.</p> <p>Jerry no está en casa sólo si le pidieron que jugase a la pelota.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Jerry no está en casa.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>26. Supón que sabes que:</p> <p>Si Mary vive en la casa verde, entonces su apellido es Jones.</p> <p>Mary no vive en la casa verde.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>El apellido de Mary no es Jones.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>

Anexo 8

<p>27. Supón que sabes que:</p> <p>Si el abrigo del armario es marrón entonces pertenece a Sue.</p> <p>El abrigo del armario es marrón.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>El abrigo del armario no pertenece a Sue.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>28. Supón que sabes que:</p> <p>Hay gatos negros sólo si hay gatos rosas.</p> <p>Hay gatos negros.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Hay gatos rosas.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>29. Supón que sabes que:</p> <p>Si la bicicleta que hay en el garaje es de Bob, entonces es roja.</p> <p>La bicicleta que hay en el garaje no es roja.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>La bicicleta que hay en el garaje no es de Bob.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>30. Supón que sabes que:</p> <p>Si hay una X, entonces hay una Y.</p> <p>Hay una Y.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Hay una X.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>31. Supón que sabes que:</p> <p>Si los ratones tienen cinco patas, entonces corren más rápido que los caballos.</p> <p>Los ratones tienen cinco patas.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Los ratones corren más rápido que los caballos.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás

Anexo 8

<p>32. Supón que sabes que:</p> <p>Si Jane se cae de su caballo, entonces ella se hará daño.</p> <p>Jane se ha hecho daño.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Jane se cayó de su caballo.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>33. Supón que sabes que:</p> <p>El lápiz pequeño no es el lápiz favorito de Bill.</p> <p>El lápiz pequeño no es el favorito de Bill sólo si es gris.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>El lápiz pequeño es gris.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>34. Supón que sabes que:</p> <p>Si hay una X, entonces hay una Y.</p> <p>No hay una X.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>No hay una Y.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>35. Supón que sabes que:</p> <p>Si John vive en la casa blanca, entonces su apellido es Smith.</p> <p>El apellido de John no es Smith.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>John vive en la casa blanca.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>36. Supón que sabes que:</p> <p>Los pájaros pueden volar sólo si saben tocar el piano.</p> <p>Los pájaros no saben tocar el piano.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Los pájaros pueden volar.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás

Anexo 8

<p>37. Supón que sabes que:</p> <p>El coche arrancará.</p> <p>Si la temperatura no es inferior a cero grados, el coche arrancará.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>La temperatura no es inferior a cero grados.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>38. Supón que sabes que:</p> <p>Hay una X sólo si hay una Y.</p> <p>Hay una X.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Hay una Y.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>39. Supón que sabes que:</p> <p>Si los perros tienen cuatro patas, entonces tienen tres ojos.</p> <p>Los perros no tienen tres ojos.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Los perros tienen cuatro patas.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>40. Supón que sabes que:</p> <p>Si Jean va al parque, ella verá a su amigo Pat.</p> <p>Hoy, Jean va a ir al parque.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Hoy, Jean verá a su amigo Pat.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>41. Supón que sabes que:</p> <p>Si los caballos son verdes, entonces tienen dos colas.</p> <p>Los caballos tienen dos colas.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Los caballos son verdes.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás

Anexo 8

<p>42. Supón que sabes que:</p> <p>Los lápices rojos pertenecen a Sally sólo si están sobre la mesa.</p> <p>Los lápices rojos no están sobre la mesa.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Los lápices rojos no pertenecen a Sally.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>43. Supón que sabes que:</p> <p>Si Paul va en bicicleta al colegio, él toma el camino largo.</p> <p>Paul vino en bicicleta al colegio hoy.</p> <p>Si Paul toma el camino largo, él llega tarde al colegio.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Paul no llegó tarde al colegio hoy.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>44. Supón que sabes que:</p> <p>Si la silla es verde, entonces la mesa es negra.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Si la mesa es negra, entonces la silla es verde.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>45. Supón que sabes que:</p> <p>Si hay un lápiz azul en la segunda caja, entonces hay un lápiz verde en la primera caja.</p> <p>Si hay un lápiz verde en la primera caja, entonces hay un lápiz rojo en la tercera caja.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Si hay un lápiz azul en la segunda caja, entonces hay un lápiz rojo en la tercera caja.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás

Anexo 8

<p>46. Supón que sabes que:</p> <p>Si la señora Smith entró a la exposición de flores, entonces ella entró con sus rosas.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Si la señora Smith no entró con sus rosas, entonces ella no entró a la exposición de flores.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>47. Supón que sabes que:</p> <p>Bill verá a Audrey si y sólo si él va a Montreal.</p> <p>Bill no verá a Audrey este año.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Bill va a ir a Montreal este año.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>48. Supón que sabes que:</p> <p>Si Gary ve a Sharon, él irá a Canadá.</p> <p>Este invierno Gary vio a Sharon.</p> <p>Gary va a esquiar sólo si él va a Canadá.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Este invierno Gary fue a esquiar.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>49. Supón que sabes que:</p> <p>Si hay una A, entonces hay una B.</p> <p>Si hay una B, entonces hay una C.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Si hay una A, entonces hay una C.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>50. Supón que sabes que:</p> <p>Si los pájaros pueden volar, entonces tienen seis patas.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Si los pájaros no tienen seis patas, entonces no pueden volar.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás

Anexo 8

<p>51. Supón que sabes que:</p> <p>Si el autobús va al pueblo, entonces pasará por la vieja iglesia de piedra.</p> <p>El autobús va al pueblo.</p> <p>Si el autobús pasa por la vieja iglesia de piedra, entonces atravesará el nuevo puente.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>El autobús no atravesará el nuevo puente.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>52. Supón que sabes que:</p> <p>Si el equipo del colegio pierde su partido, el Brighton High ganará la liga.</p> <p>Si Joe no hace un homerun en su lanzamiento, el colegio perderá el partido.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Si Joe no hace un homerun en su lanzamiento, el Brighton High ganará la liga.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>53. Supón que sabes que:</p> <p>Si Jean va de compras, ella va a Chicago.</p> <p>El pasado Sábado Jean fue de compras.</p> <p>Jean visita a su tía sólo si ella va a Chicago.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>El pasado Sábado Jean visitó a su tía.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>54. Supón que sabes que:</p> <p>Tom irá a esquiar, si y sólo si puede pedirle prestada la chaqueta a Frank.</p> <p>Tom no va a ir a esquiar.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Tom puede pedirle la chaqueta a Frank.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás

Anexo 8

<p>55. Supón que sabes que:</p> <p>Si Sam pierde el autobús, él caminará hasta el colegio.</p> <p>Si Sam camina hasta el colegio, él cruzará el puente.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Si Sam pierde el autobús, él cruzará el puente.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>56. Supón que sabes que:</p> <p>Si Bob no compra un nuevo guante de baseball, entonces él jugará al baloncesto hoy.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Si Bob no jugó al baloncesto hoy, entonces él compró un nuevo guante de baseball.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>57. Supón que sabes que:</p> <p>Si Bill tiene una manzana en su fiamblera, entonces Sally tiene una galleta en la suya.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Si Sally tiene una galleta en su fiamblera, entonces Bill tiene una manzana en la suya.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>58. Supón que sabes que:</p> <p>Betty va a ir a ver las películas.</p> <p>Betty no va a ir a ver las películas, si y sólo si Ann va a ver las películas.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Ann va a ver las películas.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>59. Supón que sabes que:</p> <p>Si hay una X, entonces hay una Y.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Si hay una Y, entonces hay una X.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>

Anexo 8

<p>60. Supón que sabes que:</p> <p>Los elefantes son rosas, si y sólo si son grandes.</p> <p>Los elefantes no son rosas.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Los elefantes son grandes.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>61. Supón que sabes que:</p> <p>Si hay una X, entonces hay una Y.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Si no hay una Y, entonces no hay una X.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>62. Supón que sabes que:</p> <p>Si John tiene la tiza roja, entonces él está haciendo un póster para la obra de teatro.</p> <p>John tiene la tiza roja.</p> <p>Si John está haciendo un póster para la obra de teatro, entonces él está en la biblioteca.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>John está en la biblioteca.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>63. Supón que sabes que:</p> <p>Esa bicicleta pertenece a John, si y sólo si es roja.</p> <p>Esa bicicleta no pertenece a John.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Esa bicicleta no es roja.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás

Anexo 8

<p>64. Supón que sabes que:</p> <p>Si un perro puede sostenerse sobre sus patas delanteras, entonces es un cachorro.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Si un perro es un cachorro, entonces puede mantenerse sobre sus patas delanteras.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>65. Supón que sabes que:</p> <p>Si hay una X, entonces hay una Y.</p> <p>Hay una X.</p> <p>Hay una Z sólo si hay una Y.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Hay una Z.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>66. Supón que sabes que:</p> <p>Si Kate asiste a la clase de la señora Jones, entonces ella está en el patio.</p> <p>Si Kate está en el patio, entonces está saltando a la comba.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Si Kate asiste a la clase de la señora Jones, entonces ella está saltando a la comba.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>
<p>67. Supón que sabes que:</p> <p>Si hay una X, entonces hay una Y.</p> <p>Hay una X.</p> <p>Si hay una Y, entonces hay una Z.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>No hay una Z.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Quizás</p>

Anexo 8

<p>68. Supón que sabes que:</p> <p>Si Jane no fue a ver las películas ayer, entonces ella vio a su amigo Pat.</p> <p>Jane fue al parque ayer sólo si ella vio a su amigo Pat.</p> <p>Jane no fue a ver las películas ayer.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Jane fue al parque ayer.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>69. Supón que sabes que:</p> <p>Si Nancy compró un nuevo vestido, entonces ella fue a la tienda de Main Street a comprarlo.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Si Nancy no fue a la tienda de Main Street, entonces ella no compró un nuevo vestido.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>70. Supón que sabes que:</p> <p>Si John no está en el colegio, entonces está resfriado.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Si John tiene un resfriado, entonces él no está en el colegio.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>71. Supón que sabes que:</p> <p>Si Sally está escribiendo un informe en casa, entonces la biblioteca está cerrada.</p> <p>Sally está escribiendo un informe en casa.</p> <p>Dick está usando el diccionario de clase sólo si la biblioteca está cerrada.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Dick está usando el diccionario de clase.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás

Anexo 8

<p>72. Supón que sabes que:</p> <p>Si no hay lápices azules en la primera caja, entonces hay un lápiz verde en la segunda caja.</p> <p>Si hay un lápiz verde en la segunda caja, entonces hay un lápiz rojo en la tercera caja.</p> <p>No hay lápices azules en la primera caja.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>No hay lápices rojos en la tercera caja.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>73. Supón que sabes que:</p> <p>Si un animal es una tortuga, entonces puede volar.</p> <p>Si un animal puede volar, entonces tiene plumas.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Si un animal es una tortuga, entonces tiene plumas.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>74. Supón que sabes que:</p> <p>Si hay una canica amarilla en la primera caja, entonces hay una canica azul en la segunda caja.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Si no hay una canica azul en la segunda caja, entonces no hay una canica amarilla en la primera caja.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>75. Supón que sabes que:</p> <p>Si las personas tienen aletas, entonces viven en el agua.</p> <p>Las personas tienen aletas.</p> <p>Las personas pueden nadar sólo si viven en el agua.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Las personas pueden nadar.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás

Anexo 8

<p>76. Supón que sabes que:</p> <p>Si este animal es un perro, entonces puede volar.</p> <p>Este animal es un perro.</p> <p>Si un animal puede volar entonces tiene plumas.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Este animal no tiene plumas.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>77. Supón que sabes que:</p> <p>Si John está en el equipo de volleyball, entonces a él se le da bien el volleyball.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Si a John se le da bien el volleyball, entonces él está en el equipo de volleyball.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás
<p>78. Supón que sabes que:</p> <p>Hay una Y, si y sólo si hay una X.</p> <p>No hay una Y.</p> <p>¿Sería esto verdad?</p> <p>Hay una X.</p>	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Quizás

Collaborative Self-Assessment Tool (CSAT)

Selecciona la respuesta que más se ajuste a tu situación personal cuando realizas un trabajo y necesitas ayuda de algún otro miembro de la clase. Tras seleccionar la respuesta puedes justificarla brevemente.

1. Contribuciones

- a) Tiendo a no compartir ideas, información o recursos.
- b) Comparto ideas, información y recursos si me los piden.
- c) Por lo general comparto ideas, información y recursos.
- d) Comparto ideas, información y recursos libremente.

Justificación:

2. Motivación / Participación

- a) Tiendo a no participar o permanecer comprometido cuando un proyecto se aleja de mis intereses más inmediatos.
- b) Algunas veces hago un esfuerzo para participar y permanecer comprometido cuando un proyecto se aleja de mis intereses más inmediatos.
- c) A menudo hago un esfuerzo para participar y permanecer comprometido cuando un proyecto se aleja de mis intereses más inmediatos.
- d) Soy fiable a la hora de participar y permanecer comprometido incluso cuando un proyecto se aleja de mis intereses más inmediatos.

Justificación:

3. Calidad del trabajo

- a) Mi trabajo refleja muy poco esfuerzo y a menudo necesita ser comprobado y/o rehecho por otros para asegurar su calidad.
- b) Mi trabajo refleja algo de esfuerzo pero ocasionalmente necesita ser comprobado y/o rehecho por otros para asegurar su calidad.
- c) Mi trabajo refleja esfuerzo. Lo reviso para mejorar su calidad.
- d) Mi trabajo refleja mis mejores esfuerzos. Continuamente hago pequeños cambios para mejorar su calidad.

Justificación:

Anexo 9

4. Gestión del tiempo

- a) Rara vez consigo terminar las cosas dentro del plazo y el resto del grupo a menudo debe reajustar los suyos (sus plazos) y sus responsabilidades dentro del trabajo.
- b) Tiendo a perder el tiempo, lo que significa que es posible que otros miembros del grupo tengan que reajustar sus plazos o responsabilidades dentro del trabajo.
- c) Normalmente empleo bien el tiempo para asegurarme de que las cosas están hechas de modo que el resto de miembros del grupo no tenga que reajustar sus plazos o responsabilidades dentro del trabajo.
- d) Siempre empleo bien el tiempo para asegurarme de que las cosas estén hechas dentro del plazo.

Justificación:

5. Apoyo de equipo

- a) A menudo critico al equipo o el trabajo de los compañeros del grupo cuando estoy en una tarea diferente.
- b) Ocasionalmente soy crítico con el equipo o con el trabajo de los compañeros del grupo cuando estoy en una tarea diferente.
- c) Normalmente me identifico con el equipo y el trabajo de los compañeros del grupo de una forma positiva cuando estoy en una tarea diferente.
- d) Me identifico con el equipo y el trabajo de los compañeros del grupo de una forma positiva cuando estoy en una tarea diferente.

Justificación:

6. Preparación

- a) Olvido o pierdo los materiales necesarios para trabajar.
- b) Hago un esfuerzo por traer o encontrar los materiales necesarios para trabajar, pero a menudo está extraviados.
- c) Normalmente traigo los materiales necesarios y estoy preparado para trabajar.
- d) Siempre traigo los materiales necesarios y vengo preparado para trabajar.

Justificación:

Anexo 9

7. Resolución de conflictos

- a) Normalmente no participo en la resolución de conflictos del grupo con una mente abierta. Tampoco tiendo a compartir mis pensamientos e ideas (o trato de impedir las contribuciones de otros miembros).
- b) Hago un esfuerzo para participar en la resolución de conflictos del grupo con una mente abierta. Generalmente comparto mis pensamientos e ideas, pero algunas veces impido las contribuciones de otros miembros.
- c) Normalmente participo en la resolución de los problemas del grupo con una mente abierta, compartiendo pensamientos e ideas sin impedir las contribuciones de otros.
- d) Siempre participo en la resolución de los problemas del grupo con una mente abierta, compartiendo pensamientos e ideas sin impedir las contribuciones de otros.

Justificación:**8. Dinámicas de grupo**

- a) No sé cómo medir mi propio efecto sobre el grupo, y generalmente soy inconsciente de las dinámicas que sigue el equipo.
- b) De vez en cuando sé cómo medir mi propio efecto sobre el grupo, y estoy un poco al tanto de las dinámicas que sigue el equipo.
- c) A menudo sé cómo medir mi propio efecto sobre el grupo y generalmente soy consciente de las dinámicas que sigue el equipo.
- d) Siempre sé cómo medir mi propio efecto sobre el grupo y siempre soy consciente de las dinámicas de equipo.

Justificación:

Anexo 9

9. Interacción con otros

- a) Rara vez escucho, respeto, reconozco o apoyo el esfuerzo de otros miembros del grupo. Permiso que los conflictos o las diferencias personales interfieran en la comunicación.
- b) A veces escucho, respeto, reconozco y apoyo el esfuerzo de otros miembros del grupo. Ocasionalmente permito que los conflictos o las diferencias personales interfieran en la comunicación.
- c) Normalmente escucho, respeto, reconozco y apoyo el esfuerzo de otros miembros del grupo. Ocasionalmente permito que los conflictos o las diferencias personales interfieran en la comunicación.
- d) Siempre escucho, respeto, reconozco y apoyo el esfuerzo de otros miembros del grupo.

Justificación:**10. Flexibilidad de roles**

- a) Me gustaría liderar o seguir al grupo pero no me encuentro cómodo cuando actúo fuera de mi papel habitual.
- b) Me encuentro incómodo con la flexibilidad de papeles, pero aun así trato de salirme de mi papel habitual.
- c) Puedo asumir ambos papeles (líder o seguidor) pero me encuentro más cómodo en uno que en otro.
- d) Me puedo mover fácilmente entre líder y seguidor, asumiendo cualquier papel que sea necesario para cumplir con la tarea

Justificación:**11. Crítica**

- a) Rara vez hago autocrítica después de las actividades colaborativas, pero tiendo a centrarme en el comportamiento de otros.
- b) La autocrítica tiene lugar después de las actividades colaborativas cuando me lo sugieren o me lo recuerdan otros.
- c) La autocrítica normalmente tiene lugar después de las actividades colaborativas, pero más a menudo cuando las cosas no van bien.
- d) Siempre hago autocrítica después de las actividades colaborativas.

Justificación:

Anexo 9

12. Reflexión personal

¿Qué has aprendido completando este cuestionario? ¿En qué área de habilidades te quieres orientar para mejorar personalmente? ¿Qué cosas podrías empezar a hacer mañana para mejorar tus habilidades?

Justificación:

Guía para la corrección

Suma los siguientes puntos dependiendo de la opción seleccionada en cada pregunta:

- a) 1 punto
- b) 2 puntos
- c) 3 puntos
- d) 4 puntos

Interpreta los resultados de acuerdo al siguiente criterio:

10-25 puntos: las habilidades de colaboración están emergiendo.

26-34 puntos: las habilidades de colaboración se están desarrollando.

35-44 puntos: las habilidades de colaboración están establecidas.

Puntuación total:	
--------------------------	--

Las cajas sombreadas representan las habilidades interpersonales, las cajas blancas representan las habilidades intrapersonales. Si existe una discrepancia significativa entre ellas, ¿qué podrías hacer para mejorar el balance entre estos dos factores?

Justificación:

Puntuación interpersonal:		Puntuación intrapersonal:	
----------------------------------	--	----------------------------------	--

Anexo 10

Connected Classroom Climate Inventory (CCCI)

Indica el grado en el que cada sentencia podría aplicarse a ti seleccionando una de las siguientes opciones:

1. Fuertemente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Indeciso.
4. De acuerdo.
5. Fuertemente de acuerdo.

1. Siento sensación de seguridad en mi clase.				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

2. Me interesan las mismas cosas que a mis compañeros de clase.				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

3. Siento lazos fuertes de amistad con mis compañeros de clase.				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

4. Mis compañeros de clase comparten historias y experiencias los unos con los otros.				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

5. Mis compañeros de clase son amistosos los unos con los otros.				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

6. Mis compañeros de clase se respetan los unos a los otros.				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

7. Me siento partícipe en los debates de clase.				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

8. Mis compañeros de clase son corteses los unos con los otros.				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

Anexo 10

9. Mis compañeros de clase se elogian los unos a los otros.				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

10. Mis compañeros de clase se preocupan los unos por los otros.				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

11. Mis compañeros de clase se sonríen los unos a otros.				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

12. Mis compañeros de clase participan en pequeñas charlas los unos con los otros.				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

13. Mis compañeros de clase no se juzgan los unos a los otros.				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

14. Mis compañeros de clase se ríen con el resto.				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

15. Mis compañeros de clase se apoyan los unos a los otros.				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

16. Mis compañeros de clase muestran interés en lo que dice el resto.				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

17. Mis compañeros de clase cooperan los unos con los otros.				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

18. Mis compañeros se sienten cómodos con el resto.				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

Anexo I I. I

Actividad 1



Pelotas restantes: 12

¿Ambas máquinas funcionan de la misma forma?

- Nuestras máquinas SÍ funcionan de la misma forma
- Nuestras máquinas NO funcionan de la misma forma

Terminar

6ZlPpfVb3: ¡Hola! ¡He entrado en la sala!

Mensaje

Mensaje

Enviar

Anexo 11.2

Actividad 2



Para resolver este problema debes trabajar colaborativamente con tu compañero de modo que uno de los dos consiga obtener 4 LITROS de aceite en su tarro.

6Z1pJfFV03: ¡Hola! ¡He entrado en la sala!

Mensaje

Mensaje

Enviar



Actividad 2



Aceptar transferencia



Para resolver este problema debes trabajar colaborativamente con tu compañero de modo que uno de los dos consiga obtener 4 LITROS de aceite en su tarro.

6Z1pJfFV03: ¡Hola! ¡He entrado en la sala!

Mensaje

Mensaje

Enviar

Anexo 12

Lista de píldoras formativas en vídeo

Título	Enlace
[Introducción] Coding e interacción con el mundo físico	https://youtu.be/IH7_uzbM7x8
[Módulo 1] Resolución de problemas	https://youtu.be/hrl0QNpzfb8
[Módulo 2] Snap	https://youtu.be/OxMlwAW2aYg
[Módulo 2] Instrucciones de movimiento	https://youtu.be/dgU5GJQvDPU
[Módulo 2] Instrucciones de apariencia	https://youtu.be/nLD_WKZO-I4
[Módulo 2] Instrucciones de sonido	https://youtu.be/o16KivKQD_U
[Módulo 2] Instrucciones de dibujo	https://youtu.be/pTfEJbuapLc
[Módulo 2] Instrucciones de eventos	https://youtu.be/5cH3daXlcRM
[Módulo 2] Instrucciones de control	https://youtu.be/bv29q0aSsig
[Módulo 2] Instrucciones de sensores	https://youtu.be/1EQKXfkrb6M
[Módulo 2] Instrucciones de operadores	https://youtu.be/vDCi36R0kSg
[Módulo 2] Variables	https://youtu.be/4cl2VFB2-Rs
[Módulo 3] Introducción a la electrónica	https://youtu.be/zky1ktGJhYM
[Módulo 3] Circuitos eléctricos	https://youtu.be/YACC9JmDnw0
[Módulo 3] Placa protoboard	https://youtu.be/G6MQjKIYZs8
[Módulo 3] Generadores	https://youtu.be/Hf2J84EeNs4
[Módulo 3] Conductores	https://youtu.be/dOVZYDq-XK8
[Módulo 3] Receptores	https://youtu.be/mJyxtfn5vjo
[Módulo 3] Control	https://youtu.be/4YTna9sC55g
[Módulo 3] Protección	https://youtu.be/om-x-3bGKG4
[Módulo 3] Arduino	https://youtu.be/kD6GZygcvTo
[Módulo 3] Snap4Arduino	https://youtu.be/9DtBNWUZt8M
[Proyecto] Simulador	https://youtu.be/kHTG-GvoViv

