

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA  
Máster Universitario del Profesorado de Educación Secundaria



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA  
Facultad de Formación del Profesorado



PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA  
Y EL APRENDIZAJE DEL LENGUAJE  
ALGORÍTMICO EN BACHILLERATO

**Autor: Moisés Díaz Cabrera**

**Tutora: María del Carmen Mato Carrodegas**

Junio - 2013



## Resumen

El presente Trabajo Final de Máster presenta una propuesta didáctica de innovación y mejora para la asignatura optativa *Tecnologías de la Información y la Comunicación*, correspondiente a 2º de Bachillerato de la modalidad científico - tecnológica. A partir del análisis de modelos didácticos y siguiendo un método constructivista que integra la ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente, se ha diseñado unas estrategias de Enseñanza/Aprendizaje para el lenguaje algorítmico. Estas estrategias se basan en la resolución de un problema: la generación de imágenes de firmas manuscritas mediante la programación informática. La propuesta didáctica ha sido puesta a prueba en un centro a través de una prueba piloto, cuyos resultados se analizan en el presente trabajo.

## Abstract

This Master Thesis presents a proposals for innovative approaches to the subject entitled *Information Technology and Communication*, which belongs to Spanish scientific&technology Baccalaureate's second year. From the analysis of learning models and following a constructivist method that integrates science, technology, society and the environment, strategies of teaching-learning for algorithmic language have been designed. These strategies are based on the resolution of a problem: the generation of handwritten signature images through computer programming. The methodological approach has been tested in a high school through a pilot test, the results are analyzed in this document.



# Índice

---

<b>Índice</b>	<b>i</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>iii</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>v</b>
<b>0 Introducción</b>	<b>1</b>
<b>1 Fundamentación Teórica</b>	<b>5</b>
1.1 La contextualización del aprendizaje . . . . .	5
1.2 El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) . . . . .	7
1.3 Características del aprendizaje significativo . . . . .	8
1.4 El desarrollo curricular basado en la metodología constructivista . . . . .	10
1.5 Análisis de los elementos curriculares . . . . .	13
1.5.1 Competencias desarrolladas según la propuesta. . . . .	16
1.5.2 Rúbricas . . . . .	18
1.5.3 Las Ciencias de la Computación en el currículo educativo . . . . .	22
<b>2 Diseño y desarrollo de la propuesta didáctica</b>	<b>25</b>
2.1 Objetivos . . . . .	25
2.2 Secuencia Metodológica . . . . .	26
2.3 Estrategias de Enseñanza/Aprendizaje . . . . .	28
2.3.1 Fase de Orientación y de obtención de ideas . . . . .	28
2.3.1.1 Diagnóstico Inicial . . . . .	28
2.3.1.2 Motivación . . . . .	29

2.3.1.3	Plantear Problemas . . . . .	31
2.3.2	Fase de reestructuración de ideas . . . . .	35
2.3.2.1	Generación de firma genuina de referencia . . . . .	35
2.3.2.2	Parámetros de una firma . . . . .	38
2.3.3	Fase de aplicación de las ideas . . . . .	40
2.3.3.1	Programación Algorítmica . . . . .	40
2.3.3.2	Incidencias medioambientales . . . . .	40
2.3.3.3	Tratamiento de imagen . . . . .	43
2.3.4	Fase de revisión del cambio de conocimientos . . . . .	45
2.3.4.1	Diagnostico final . . . . .	45
2.3.4.2	Propuestas de mejora . . . . .	45
<b>3</b>	<b>Análisis y discusión de los resultados obtenidos</b>	<b>47</b>
3.1	Contexto, Población y muestra . . . . .	47
3.2	Resultados en la fase de Orientación y de Obtención de ideas . . . . .	49
3.3	Resultados en la fase de reestructuración de ideas . . . . .	53
3.4	Resultados en la fase de aplicación de ideas . . . . .	54
3.5	Resultados en la fase de revisión del cambio de conocimientos . . . . .	56
<b>4</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>59</b>
	<b>Anexos</b>	<b>63</b>
<b>A</b>	<b>Material didáctico complementario a las fichas de trabajo</b>	<b>65</b>
A.1	Práctica Forense I . . . . .	65
A.2	Práctica Forense II . . . . .	67
A.3	Creación de organizadores Previos . . . . .	70
A.4	Conversión de lenguaje natural a lenguaje pseudocódigo . . . . .	74
<b>B</b>	<b>Fonoteca</b>	<b>77</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>81</b>

# Índice de figuras

---

1.1	Aprendizaje significativo y de memoria . . . . .	9
2.1	Modelos de aprendizaje combinados en la estrategia . . . . .	27
2.2	Procedimiento final de generación de firma sintética . . . . .	43
2.3	Procedimiento algorítmico . . . . .	43
3.1	Localización del IES Politécnico Las Palmas . . . . .	48
3.2	Emails recibidos con las prácticas . . . . .	55
3.3	Propuestas de mejora . . . . .	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

# Índice de tablas

---

1.1	Tabla de inclusión de competencias . . . . .	16
1.2	Criterios de Calificación o Rúbricas. 1º Parte. . . . .	20
1.3	Criterios de Calificación o Rúbricas. 2º Parte. . . . .	21
3.1	Experimento perceptual de las firmas . . . . .	52
A.1	Grado Forense Principiante . . . . .	65
A.2	Grado Forense Medio . . . . .	66
A.3	Grado Forense Profesional . . . . .	66
A.4	Grado (0-10): 0 Sintético – 10 Real . . . . .	67
A.5	Conversión a pseudocódigo. Parte I. . . . .	74
A.6	Conversión a pseudocódigo. Parte II. . . . .	75



# Introducción

---

El presente Trabajo Final de Máster se engloba dentro de la modalidad *b) Innovación Docente e Investigación Educativa*, según la guía metodológica para el trabajo final de máster [1].

En proyectos curriculares, como el de la asignatura optativa *Tecnologías de la Información y Comunicación* de 2º de Bachillerato de la modalidad científico - tecnológico, existe un apartado dedicado a los lenguajes de programación y la programación informática en general. Dicha asignatura es cursada por alumnos que, en su mayoría, encauzarán sus carreras académicas siguiendo un perfil científico técnico.

A pesar de ello, se ha detectado que en bachillerato es bastante complejo impartir un tema dedicado a la programación informática. La limitación del tiempo para completar el currículo durante el curso, la falta de formación previa de los alumnos o incluso, en ciertos casos, la de los profesores, son los frenos más comunes que se han encontrado para abordar este apartado, quedando, por tanto, una laguna importante en el proyecto curricular de la mencionada asignatura.

Esta necesidad ha impulsado el presente trabajo, el cual desarrolla una propuesta didáctica basada en el diseño y desarrollo de estrategias para la enseñanza/aprendizaje de la programación informática. Se trata de una propuesta didáctica que pretende servir de apoyo para aquellos docentes que tengan que enfrentarse a cumplir el objetivo de enseñar *lenguajes de programación de propósito general*.

La metodología empleada está fundamentada en cuatro modelos didácticos. Por un lado, la propuesta metodológica contextualiza el aprendizaje. Este modelo es reconocido en la mayoría de propuestas de enseñanza/aprendizaje, el cual intenta de llevar

al mundo real el tema que se propone. Debido a ello, la programación informática que se propone se realiza sobre un tema de actualidad científica, el cual es de importante ayuda al mundo forense: generar imágenes de firmas manuscritas para crear grandes bases de datos. Esta situación real es llevada al aula para poder resolverla a través de la programación informática. Se defiende que un aprendizaje contextualizado contribuye a obtener un aprendizaje significativo, el cual es otra vertiente teórica en la que se fundamenta la propuesta. Otro modelo didáctico empleado es el aprendizaje basado en problemas, en el que se utilizan situaciones a las que el alumno debe encontrar solución. El desarrollo de la propuesta se enfoca y se orienta a la resolución de un problema final que se resolverá abordando pequeños problemas comunes en la algoritmia, los cuales quedan recogidos en las estrategias diseñadas. Finalmente, la estrategia en el aula se lleva a cabo bajo la metodología basada en un modelo constructivista, estructurado en las siguientes cuatro fases:

- Fase de orientación y de obtención de ideas.
- Fase de reestructuración de ideas.
- Fase de aplicación de ideas.
- Fase de revisión del cambio de conocimiento.

Esta propuesta didáctica está compuesta por unas estrategias de enseñanza/ aprendizaje basados en los modelos didácticos explicados en la fundamentación teórica. Dicha estrategia ha sido puesta en práctica a través de un proyecto piloto llevado a cabo en el período de prácticas en el IES Politécnico de Las Palmas. Durante ese tiempo se ha tratado el objetivo *lenguaje de programación de propósito general* de la asignatura optativa anteriormente mencionada: *Tecnologías de la Información y Comunicación* de 2º de Bachillerato. Para abordar este reto se ha utilizado la propuesta didáctica descrita en este trabajo. Con lo cual se han recogido datos, análisis, impresiones, experiencias y resultados, para enriquecer el presente Trabajo Fin de Máster.

La evaluación de los aprendizajes se basa en la valoración de diferentes actividades presentadas a lo largo de la propuesta. Además, otros evaluadores basados en unos

descriptores cualitativos o rúbricas han sido diseñados para completar la evaluación final. Estos evalúan el nivel de competencia adquirido por el alumno a lo largo de la etapa de enseñanza/aprendizaje.

El presente documento tiene dos partes diferenciadas. La primera parte se compone de la fundamentación teórica del trabajo. En ella se detallan los cuatro modelos de aprendizaje empleados. Dentro de ese capítulo se dedica una parte a la justificación y al análisis de los elementos curriculares oficiales que se desarrollan en la propuesta. La segunda parte es la aportación principal del trabajo y se divide en dos capítulos. En el primer capítulo de esta parte (capítulo 2, según el índice), se relata la estrategia diseñada y la justificación de esta propuesta en el currículo de la asignatura a tratar. En el capítulo siguiente se analiza la muestra de estudio y los resultados de la puesta en práctica del proyecto piloto realizado. El trabajo se cierra con un capítulo dedicado a las conclusiones, donde se discuten los logros y los aspectos más importantes que se alcanzaron.



# Fundamentación Teórica

---

**Resumen:** En el presente capítulo se muestran modelos de enseñanza/aprendizaje que más se relacionan con la presente propuesta metodológica. El objetivo final de la misma es poder llegar a relacionar cada uno de los aspectos más relevantes de los aprendizajes y modelos mostrados a continuación. Debido a que la propuesta de innovación docente se ha realizado para enfocarla en una asignatura concreta, se recoge en el presente capítulo el análisis de los elementos curriculares: objetivos, criterios de evaluación competencias y rúbricas. Adicionalmente se incluyen unos argumentos externos para reforzar la importancia de dicha propuesta en el currículo.

## 1.1 La contextualización del aprendizaje

Autores contemporáneos han tratado el tema de la enseñanza/aprendizaje de diversas maneras y con distintos niveles de profundización [2]. Jean Piaget, padre de la teoría constructivista, mediante una serie de experimentos consistentes, logra demostrar que los adultos y los niños no piensan igual, es decir, tienen un proceso cognitivo diferente. Añadiendo además que se aprecian ciertas diferencias cualitativas en el pensamiento según la etapa de la infancia. Con lo cual, el individuo a medida que crece es capaz de conectar sus estructuras de pensamiento con la realidad. Este proceso lo realiza paulatinamente de manera lógica. Lev Vigotsky avanza en el pensamiento sosteniendo

que el individuo puede aprender si la familia lo arroja inicialmente y posteriormente los compañeros de clase, profesores y demás entidades sociales. En ese proceso hay un factor importante que es el lenguaje, el cual permite la interacción social. Adicionalmente, Jerome Bruner aboga por que el aprendizaje es un proceso que se lleva a cabo interaccionando con la realidad externa del individuo. Por ello, el individuo será fuertemente influenciado y condicionado para aceptar o rechazar un conocimiento nuevo. El nuevo conocimiento pasará primero por las estructuras mentales previas, procesándolo, contextualizándolo y profundizándolo. En definitiva, todos coinciden en que el aprendizaje está en función del contexto social del individuo.

En consecuencia, una propuesta metodológica debe considerar al tipo de individuos que va a tratar, ya que el proceso de enseñanza/aprendizaje de los mismos estará influenciado por sus contextos sociales. Será, por ello, de interés conocer el contexto sociocultural del centro donde se aplica la propuesta a fin de poder adaptarla a las condiciones y necesidades específicas. La presente propuesta metodológica ha sufrido algún cambio debido al *feedback* recibido tras su puesta en práctica en un centro durante el período de prácticas *practicum*. La propuesta metodológica está enfocada a la asignatura optativa *Tecnologías de la Información y Comunicación* de 2º de Bachillerato. Con ella, se pretende dar los primeros pasos en la programación informática.

El contexto de la propuesta se apoya en el hecho de que los alumnos deben ser capaces de generar imágenes de firmas manuscritas occidentales. Para llegar a este objetivo, se hará uso del lenguaje algorítmico en pseudocódigo. Asimismo, la conversión del algoritmo al lenguaje máquina, en un lenguaje de programación determinado, será objeto de la propuesta, concluyendo con la generación de la imagen de una firma. Posteriormente, cada alumno individual, mediante la programación, será capaz de generar otras imágenes de posibles firmas de un mismo firmante. Debido a ello, al final de la propuesta, podremos obtener una base de datos de imágenes de firmas manuscritas sintéticas generadas por los estudiantes. Estas bases de datos son de interés, especialmente en algunos ámbitos de la comunidad científica internacional, donde a menudo con compartidas en diversos laboratorios del mundo.

## **1.2 El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)**

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es un tipo de pedagogía centrada en que el estudiante aprende sobre algún asunto a través de la experiencia de resolver un problema. Los estudiantes aprenden tanto estrategias de pensamiento como el dominio del conocimiento. Su origen recae en las escuelas de pensamiento de medicina, aunque hoy en día, otras escuelas de pensamiento adoptan este método de aprendizaje. El ABP trata de ayudar a los estudiantes a desarrollar conocimientos de manera flexibles, habilidades para resolver problemas, el aprendizaje auto dirigido, habilidades de colaboración eficaces y la motivación intrínseca [3]. En definitiva, es un estilo activo de aprendizaje. Se ha demostrado que durante el trabajo cooperativo en grupos, los estudiantes llegan a identificar mejor lo que ya saben, lo que necesitan saber y cómo y dónde llegar a la información que les permite resolver el problema central. Con lo cual, el papel que desarrolla el profesor es el de facilitar el aprendizaje mediante el apoyo, la orientación y el seguimiento del proceso de aprendizaje [4]. Debido a ello, la misión del tutor es estimular la confianza de los alumnos para que puedan llegar a asumir el problema y guiarles en la comprensión del mismo. El ABP establece un nuevo paradigma que supera a la enseñanza tradicional y de la filosofía del aprendizaje [5].

En el ámbito universitario, el grupo Teruel Innova [6] ha puesto en marcha durante tres cursos académicos un trabajo docente interdisciplinar. El objetivo es aplicar la metodología de ABP. Las asignaturas en que se desarrollaron este proyecto piloto son asignaturas de la titulación Ingeniería Técnica en Informática y más en concreto del área de conocimiento Lenguajes y sistemas informáticos. A pesar de algunas dificultades administrativas y también de hábito por parte de los profesores y alumnos, se llegaron a desarrollar algunas competencias interesantes, destacando el autoaprendizaje, el trabajo en equipo y la iniciativa.

Experiencias similares a esta son impulsadas en otros trabajos como [7]. Algunos planes de estudios se adaptan a este tipo de aprendizaje en España, donde a pesar de la dificultad, la enseñanza y aprendizaje final es bastante aceptable.

Otras experiencias sobre el ABP en una asignatura de algoritmia de una universidad de Buenos Aires son reportadas en [8]. Los autores ratifican una mejora del 10 % en el proceso de aprendizaje y el uso de nuevas tecnologías. Dicha experiencia señala que el éxito del ABP ha sido el modelo de trabajo aplicado a resolver problemas ya que despierta el trabajo cooperativo y colaborativo.

En la presente propuesta también se analiza este tipo de aprendizajes a partir de un problema definido. El problema en este caso es resolver la generación de imágenes de firmas manuscritas que se parezcan a la realidad a partir de la programación informática. Debido al diagnóstico inicial realizado, la propuesta pretende llevar a los alumnos hacia este objetivo mediante la explicación del lenguaje algorítmico y su implementación en el ordenador.

### 1.3 Características del aprendizaje significativo

Se resume como la manera en que los nuevos conocimientos a adquirir están relacionado con los conocimientos previos adquiridos.

David P. Ausubel [9, 10, 11] ha sido el mayor impulsor de este aprendizaje con su teoría del aprendizaje significativo o teoría de la asimilación. Este autor argumentó que se trataba de una experiencia consciente claramente articulada y precisamente diferenciada, la cual emerge cuando los signos significativos, símbolos, conceptos o proposiciones están enfocados a ser incorporados dentro la estructura cognitiva de un individuo.

Para entender este concepto, se realizará el contraste entre el aprendizaje significativo con, el menos deseable, aprendizaje memorístico:

- En el *aprendizaje de memoria* el sujeto memoriza algo sin pleno conocimiento y sin saber cómo la nueva información se relaciona con otro conocimiento almacenado. Por ejemplo, supongamos que aprendemos 5 hechos en un curso de matemáticas. Esto puede ser ilustrado por la Fig. 1.1a. Los 5 hechos (etiquetados 1-5) se almacenan en la memoria como elementos separados, independientemente si en la vida real están relacionados entre sí. Cuando el *estudiante memoria* aprende estos

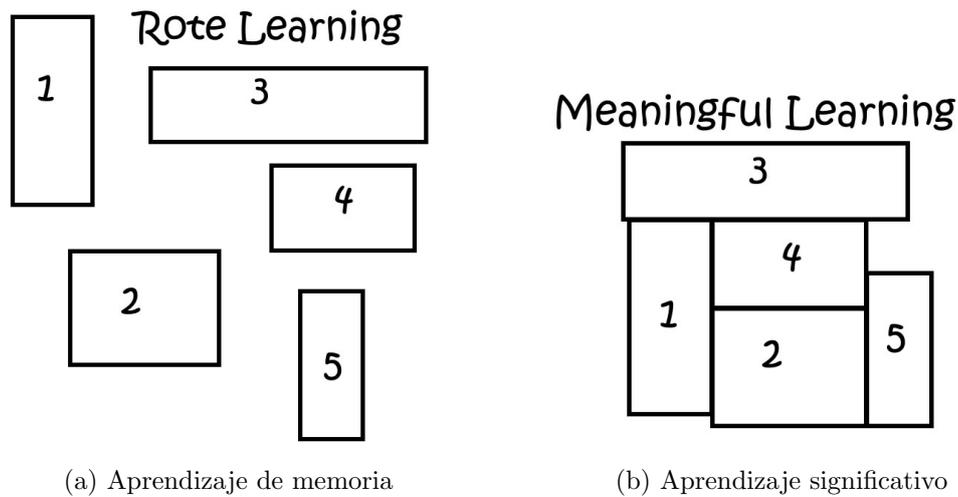


Figura 1.1: Contraste gráfico entre el aprendizaje de memoria (*rote learning*) y aprendizaje significativo (*meaningful learning*).

hechos, el cerebro los almacena como conocimientos distintos, no relacionados, que sólo pueden ser usados individualmente. Cuando este estudiante recuerda un hecho, los otros 4 hechos restantes son desactivados de su memoria en ese momento. En otras palabras, pensar en el hecho 5 no conduce al estudiante a pensar sobre los hechos 1-4.

- Cuando se produce el aprendizaje significativo (utilizando el ejemplo de 5 operaciones matemáticas, Fig. 1.1b) los datos se almacenan de manera relacional. Es decir, el cerebro los almacena juntos porque están relacionados entre sí. Entonces, cuando un hecho se recuerda, los otros hechos también pueden llegar a ser recordados en ese momento (o poco después). En otras palabras, recordando el hecho 5, se activa la memoria para recordar los hechos 2 y 4. Estos a su vez son conducidos a recordar ciertos datos de los hechos 1 y 3. Este fenómeno se conoce como la propagación de la activación. Esta es la esencia del aprendizaje significativo. La resolución de problemas de este estudiante, podría ser más fácil que para el estudiante que aprendió de memoria los mismos 5 hechos.

El aprendizaje significativo es usado en muchas materias de ciencias. Por ejemplo, en este artículo [12], se analiza una metodología renovada y las implicaciones didácticas en un aprendizaje significativo de la Física. La propuesta usa la resolución de problemas

que están integrados y contextualizados. En el experimento, se lleva a cabo la materia de Física en dos grupos independientes. El grupo A recibe clases de manera tradicional, clases expositivas de transmisión de conocimientos. En el grupo B se realizan las clases en base a la resolución de un problema, usando una secuencia jerárquica de problemas más acotados. Los resultados demuestran que la propuesta llevada a cabo por el grupo B favorece positivamente las habilidades del pensamiento crítico. Asimismo, al desarrollo de competencias vinculadas a la resolución de problemas, como son el comprender, transferir, interpretar y clasificar información. También se evidencia la mejora del rendimiento académico en el grupo B.

## **1.4 El desarrollo curricular basado en la metodología constructivista**

Esta metodología trata de fomentar un cambio conceptual con respecto a las técnicas de enseñanza. En la enseñanza existen modelos que no tienen en cuenta las ideas previas de los estudiantes, asumiendo que los estudiantes deben conocer previamente ciertos conceptos y/o teorías. Estos modelos parecen no ser tan efectivos como se creía en un primer momento, pues los conceptos previos son de valor permanente a lo largo del desarrollo de los estudiantes. Además, esos modelos favorecen a que los alumnos construyan un binomio mental donde utilicen conceptos diferentes en la escuela y en sus vidas para referirse a un mismo elemento, malogrando así la misión de la escuela. Es por eso que surge la necesidad de un modelo que permita que los alumnos aprendan manipulando con algo de libertad para llegar a sus propias conclusiones. Esto puede peligrar que no siempre se logre que la estructura cognitiva cambie o mejore, a veces sólo se logra reforzar conocimientos previos y tal vez no los más adecuados. Otro enfoque se basa en la importancia de las ideas previas como punto de partida, modificando el proceso de enseñanza para que estas ideas puedan evolucionar y afianzar los conocimientos de manera acertada.

En la perspectiva constructivista del currículo [13], el profesor toma un rol diferente al de un controlador del sistema de aprendizaje. Él debe actuar como guía y mediador

entre los conocimientos que se desea transmitir y los alumnos que van a recibirlos. Ha de tenerse en cuenta que son muchos los factores que influyen de modo directo en este proceso, como es el mapa conceptual que tiene cada alumno en su cabeza o las actividades que más se adecúen a cada uno, etc. Esta nueva perspectiva del currículo recoge algunas nuevas características:

- Identificar a quien aprende como alguien que participa en el proceso, aportando conocimientos previos para construir significados en nuevas situaciones.
- Considerar la socialización como parte importante del proceso al concebir el conocimiento científico, como una construcción social y como un producto del esfuerzo colectivo de la humanidad.
- Se define como el conjunto de experiencias mediante las cuales los que aprenden, construyen una concepción del mundo más cercana a la concepción de los científicos.
- Se tienen en cuenta las ideas previas del que aprende, pues van a influir en los significados que se construyen en las situaciones de aprendizaje.
- Existen los objetivos de aprendizaje y existen las limitaciones que provienen del ambiente de aprendizaje en las escuelas, tiempo, recursos materiales, y otras limitaciones más sutiles, como las expectativas del profesor y estudiante sobre el conocimiento, ciencia, escuelas, las aulas y su protagonismo en ellas.
- La cuestión curricular cambia por esta otra: ¿cuáles son las actividades de aprendizaje que hacen posible que se produzca un cambio de conocimientos efectivo?
- El diseño y selección de experiencias de aprendizaje debe implicar investigaciones empíricas de aprendizaje en el aula.

A la hora de diseñar el currículo, por tanto, hay que tratar cuatro factores fundamentales, los cuales son retroalimentados por las diferentes puestas en prácticas y situaciones previas que se han ido adquiriendo gracias a la experiencia del profesor, además de la evaluación de aprendizaje de los alumnos. En primer lugar las decisiones

sobre el contenido, las cuales deben contemplar el dominio de experiencias e ideas científicas a las que van a ser expuestos los estudiantes. Luego, el factor de la información sobre las ideas previas de los estudiantes, según las áreas elegidas. También afecta las perspectivas sobre el proceso de aprendizaje, más en concreto el modelo de cambio conceptual y las concepciones constructivistas. En cuarto lugar, el conocimiento práctico de los profesores influye en esta metodología, debido a que el rol del profesor será más complejo, ya que actuará diagnosticando el pensamiento del niño y, al mismo tiempo, permitirá sugerir actividades apropiadas y negociar significados.

Para diseñar un programa de aprendizaje hay que llevar a cabo una secuencia de enseñanza. Por ejemplo, se parte de una base orientativa con ideas generales que crean los primeros conflictos cognitivos en los estudiantes, tratando de provocarles a indagar y a pensar en el tema que se va a exponer. Esto se debe realizar en pequeños grupos, los cuales trabajarán y presentarán sus ideas al gran grupo. Se trata de identificar semejanzas y diferencias en las ideas iniciales. Posteriormente, estas ideas serán contrastadas con el profesor.

Esta actuación tratará de reestructurar ideas donde todos puedan intervenir y clarificar las razones de las mismas, proponiendo nuevas situaciones de conflicto e ir construyendo otras nuevas. La secuenciación de la clase da pie a que los estudiantes prueben y apliquen sus concepciones revisadas de varias maneras, con actividades de construcción práctica, escritura libre o soluciones de los problemas de los libros más convencionales. Al final de la secuencia tienen la oportunidad de revisar la extensión y maneras en que han cambiado sus pensamientos, dado que estas pueden haberse modificado o pueden haber construido nuevos conocimientos.

Por otro lado, el Profesor Gil - Pérez [14, 15], el cual ha trabajado mucho sobre el modelo constructivista de enseñanza/aprendizaje de las ciencias como una corriente innovadora fundamentada en la investigación, propone unas pautas concretas sobre dicho modelo. Él propone potenciar situaciones problemáticas abiertas, animando a la reflexión sobre el posible interés de las situaciones, propiciando un clima próximo a lo que es una investigación colectiva. Además propone realizar un análisis cualitativo emitiendo una hipótesis y elaborando una estrategia a seguir. Posteriormente, realizar

un análisis cuidadoso de los resultados. Asimismo, pone en valor que las propuestas didácticas deben hacer un esfuerzo por la integración de conocimiento de estas cuatro implicaciones: la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente. Incluso, el autor ahonda en la realización de una memoria científica, de tal modo que tenga una dimensión colectiva y sea funcional con conocimientos aceptados por la comunidad.

Es decir, la idea propuesta es tomar el aprendizaje de las ciencias como un proceso de investigación, el cual se asemeja a la realidad del trabajo científico. Este proceso, el cual se encuentra perfectamente definido, abarca gran cantidad de aptitudes y actitudes en el desarrollo del conocimiento del alumnado. Su propuesta trata de solventar las carencias de las metodologías por descubrimiento, fomentando la participación de toda la comunidad educativa. Además se valoriza la colaboración para mejorar la didáctica de las ciencias ya que el proceso de enseñanza/aprendizaje no trata de ser una práctica aislada. Finalmente, se enfatiza en que el profesorado debe informarse, leer, actualizarse, romper con la monotonía que supone la enseñanza mecánica de los conceptos. Hay un fuerte énfasis en la preocupación por la innovación y en el fomento de la creatividad, no solo del alumnado sino también de los docentes.

## **1.5 Análisis de los elementos curriculares**

Las siguientes actividades forman parte de una propuesta de innovación para el aprendizaje/enseñanza de la asignatura de Tecnologías de la Información y la Comunicación de Bachillerato. Dicha asignatura se recoge en la ORDEN de 15 de septiembre de 2009, por la que se establecen los currículos de determinadas materias optativas de Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias para su impartición a partir del curso 2009-2010 [16].

Adicionalmente, la mencionada asignatura se recoge en el vigente BOC nº 204 de 10 de octubre de 2008. En dicho boletín se encuentran los currículos de las materias optativas "Tecnologías de la Información y de la Comunicación" y "Segunda Lengua Extranjera". Asimismo se encuentra el DECRETO 202/2008, de 30 de septiembre, por el que se establece el currículo del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de

Canarias [17]. El presente conjunto de actividades se centra en el objetivo número 10 de la asignatura: *Emplear lenguajes de programación de propósito general para resolver problemas sencillos*. Los contenidos que trata de responder al objetivo, enumerado como “IV Lenguaje de programación de propósito general” en el Anexo IV. Materias optativas. BOC nº 204 de 10 de octubre de 2008 [18], son los siguientes:

IV. Lenguaje de programación de propósito general

1. Características.
2. Diseño de algoritmos.
3. Entorno de desarrollo.
4. Elementos básicos del lenguaje.
5. Creación de programas sencillos.

Adicionalmente, los criterios de evaluación para dicho objetivo se encuentran en el apartado 9. En los documentos oficiales queda enunciado de la siguiente manera: *“Crear aplicaciones informáticas sencillas. Con este criterio se pretende comprobar si el alumnado es capaz de diseñar un modelo algorítmico que resuelva problemas, con la adecuada elección de las estructuras de datos necesarias, codificándolo sin errores mediante el lenguaje de programación de propósito general elegido y probándolo de manera que permita verificar su funcionalidad, efectuando las modificaciones necesarias hasta su correcta operatividad.”*

## **Apartados adicionales al Currículo incluidos en la propuesta**

Colateralmente, la propuesta responde parcialmente a los objetivos 2 y 6 recogidos en el currículo de la asignatura Tecnologías de la Información y la Comunicación. Estos son los siguientes:

- Manejar los entornos gráficos de diferentes sistemas operativos, realizando desde el escritorio, operaciones de gestión de archivos y de configuración básica.
- Utilizar aplicaciones informáticas específicas de las materias cursadas en el Bachillerato como mejora de la productividad.

Además, indirectamente, dentro de la propuesta metodológica del presente trabajo, se ponen en práctica aspectos relativos a los contenidos encontrados en el apartado II. “*Aplicaciones informáticas de uso Avanzado*”. En concreto, el apartado II.3 Aplicaciones informáticas específicas de las materias cursadas en el Bachillerato.

Finalmente, el conjunto de actividades propuestas se estiman de ayuda para la evaluación parcial de los criterios de evaluación 2 y 5, enunciados de la siguiente manera respectivamente.

- Comparar diferentes sistemas operativos, manejando sus entornos gráficos y aplicando configuraciones básicas. Este criterio propone verificar la capacidad del alumnado para diferenciar las características de manejo de varios sistemas operativos mediante el empleo de sus entornos de escritorio en operaciones de manejo de archivos y de configuración básica.
- Utilizar aplicaciones específicas de las materias cursadas en el Bachillerato para resolver supuestos prácticos. Este criterio determinará si el alumnado sabe usar las funcionalidades más importantes de las herramientas elegidas por el profesorado en relación con las materias cursadas en el Bachillerato, sabiendo aplicarlas a ejemplos concretos.

## **Aplicación de la propuesta en otros currículos.**

A pesar de que la propuesta trata de responder directamente a una parte del currículo de la asignatura Tecnología de la Información y de la Comunicación, se considera de interés la viabilidad de insertar la propuesta en currículos relativos a otras materias análogas o módulos profesionales.

En concreto, la presente propuesta abarca contenidos factibles a impartir en ciertos módulos profesionales. Por ejemplo, dentro del título de la LOE: “Informática y Comunicaciones” encontramos la oferta formativa de dos ciclos superiores: “Técnico Superior en Desarrollo de Aplicaciones Multiplataforma” [19, 20] y “Técnico Superior en Desarrollo de Aplicaciones Web” [21, 22]. En ambos ciclos aparecen los posibles

Competencia General	Competencia Específica
Autonomía e Iniciativa Personal	Matemática
Comunicativa	Cultural y artística
Social y Ciudadana	Científica y Tecnológica
Tratamiento de la Información y C. Digital	

Tabla 1.1: Tabla de inclusión de las competencias para Tecnología de la Información y la Comunicación, facilitado por la Consejería de Educación Universidades y Sostenibilidad del Gobierno de Canarias.

módulos factibles a encajar la propuesta: Módulo Profesional: *Programación Código: 0485* y dentro del Módulo profesional: *Entornos de Desarrollo. Código: 0487*.

Por otro lado, dentro de la familia profesional “Electricidad y Electrónica” es de interés de cara a la propuesta el ciclo superior “Técnico Superior en Automatización y Robótica Industrial” [23, 24]. Dentro, encontramos que el Módulo Profesional: *Informática industrial. Código: 0964* exige materia recogida en la propuesta del presente documento.

### 1.5.1 Competencias desarrolladas según la propuesta.

Tal como se determina en el Decreto 202/2008, de 30 de septiembre (BOC de 10 de octubre) [17], por el que se establece el currículo de Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias, en su anexo I, *en el Bachillerato se consideran asimismo competencias, de modo que el alumnado, partiendo de los conocimientos, destrezas, habilidades, actitudes asimiladas, profundice en otros saberes y capacidades que deberá movilizar en el momento oportuno para actuar del modo autónomo, racional y responsable al objeto de desenvolverse en diferentes situaciones y contextos (personal, social, académico, profesional), participar en la vida democrática y proseguir su aprendizaje.*

La Consejería de Educación Universidades Y Sostenibilidad del Gobierno de Canarias facilita una tabla que divide las competencias en generales y propias. La tabla 1.1 muestra el caso de la asignatura en la que se centra el presente trabajo.

En cuanto a las competencias básicas tratadas en la propuesta metodológica recogemos las siguientes:

- *Autonomía e Iniciativa Personal (AIP)*. La codificación de algoritmos en lenguaje máquina es una fuente de errores constante. Es difícil para un profesor estar siempre ayudando a cada alumno a caer en la cuenta del error, sobre todo cuando a veces los errores son pequeños, a pesar de la gran prueba de frustración del alumno. Por ello, la ejecución correcta de un programa pone de manifiesto esta competencia.
- *Competencia en Comunicación Lingüística (CCL)*. En esta propuesta se introducirá una nueva manera de comunicación, que es la comunicación algorítmica, la cual está basada en órdenes y reglas. Un buen dominio algorítmico surge de un buen dominio del lenguaje natural. Es decir, el diseño de un algoritmo implica la necesidad de expresar, explicar y entender un problema redactado en lenguaje natural economizando el lenguaje.
- *Tratamiento de la Información y C. Digital (TICD)*. En el lenguaje algorítmico aparece el concepto de variables que contienen información. Un programa informático maneja variables digitales algorítmicas. La parte práctica de la propuesta hace uso de sistemas operativos a nivel de usuario. Para la gestión de ficheros, los alumnos trabajan principalmente en Windows y MAC. En la propuesta aparece implícitamente también el uso de pen drives para guardar programas, el envío de emails, etc.

Por otro lado, según las competencias específicas que trata la propuesta, se destacan las siguientes:

- *Matemática (CM)*. En algunas líneas del código algorítmico, los alumnos tendrán que realizar operaciones matemáticas. Además, en la propuesta aparece el concepto de representación gráfica y matriz principalmente. Debido a ello, los alumnos tendrán que repasar y dominar estos conceptos para poder construir el conocimiento de esta asignatura.
- *Competencia Cultural y Artística (CCA)*. El diseño de un algoritmo es un arte. Ante un mismo problema, dos alumnos pueden dar soluciones diferentes. La

belleza de un algoritmo se centra en la reducción de información, concreción y la reducción de código para resolver un problema.

Adicionalmente, la propuesta implícitamente trata la *Competencia Aprender a aprender (CPAAP)* de un modo transversal. El presente trabajo se presta al desarrollo autónomo e individual del alumno. Los alumnos harán uso de Google para la búsqueda de manuales que les ayuden a programar. El desarrollo de esta competencia es transportable a cualquier otra área en otra asignatura.

Finalmente, la *Competencia social y ciudadana (CSC)* también se trabaja de un modo transversal. La propuesta metodológica parte de un desarrollo constructivista del alumno, donde algunas actividades se desarrollan en grupo. Esto hará que mediante el pensamiento creativo, en pequeños grupos se logre discutir, debatir y repartir tareas en el equipo.

### 1.5.2 Rúbricas

En el artículo publicado en [25] se define rúbrica como *un descriptor cualitativo que establece la naturaleza de un desempeño*. La rúbrica permite evaluar las competencias desarrolladas por los estudiantes según los criterios de evaluación y objetivos explicados en el currículo oficial. A partir de una serie de evaluadores o indicadores, es posible evaluar con esta herramienta, evitando que la evaluación sea una sola medida basada en un cálculo numérico.

Las rúbricas son unas guías para los profesores que les ayudan a diagnosticar y a intervenir en la mejora de algún apartado de una asignatura, además de ser una ayuda para el alumno. Por ello, antes de iniciar una unidad didáctica, conviene que los alumnos sepan por lo que serán juzgados. Las rúbricas ofrecen esta oportunidad como mejora en el proceso de enseñanza/aprendizaje. Además, este conocimiento previo por parte de los alumnos, permite que ellos mismos puedan prepararse y usar con mayor calidad el tiempo empleado en el aprendizaje.

La evaluación por rúbricas es también reconocida por los maestros de educación primaria y educación especial. En [26] se califica la rúbrica como una mejora en la

evaluación de los procesos de enseñanza/aprendizaje. También en la enseñanza universitaria se estudia el uso de rúbricas. En el artículo [27] se presenta una experiencia de medidores basados en rúbricas para facilitar el proceso de tutoría de trabajos en grupo.

La asignatura que se analiza con esta propuesta es una asignatura optativa de Bachillerato. Debido a las ventajas descritas que presenta el uso de rúbricas para poder evaluar los contenidos didácticos aprendidos, se ha diseñado una tabla extensa donde se recogen los criterios de evaluación. Estas rúbricas se pueden analizar en las sub-tablas 1.2 y 1.3, las cuales se han dividido en tres grandes filas, diferenciando los indicadores de evaluación del criterio de evaluación seleccionado. Además, se han añadido las competencias básicas que se desarrollan en el mencionado criterio de evaluación.

Aspecto	1 - 4	5 - 6	7 - 8	9 - 10
<p>1. Se pretende comprobar si el alumnado es capaz de diseñar un modelo algorítmico que resuelva problemas, con la adecuada elección de las estructuras de datos necesarias.</p>	<p>Diseña y desarrolla con muchos errores, a pesar de la ayuda, un algoritmo muy simple, sin conseguir de manera aceptable que el modelo algorítmico diseñado resuelva problemas. Compara, contrasta con ayuda y dificultad las estructuras de datos necesarias usadas en los algoritmos. Muestra muchas dificultades para el trabajo individual y de equipo. Emplea en el diseño y explicación, errores de expresiones técnicas no adecuadas.</p>	<p>Diseña y desarrolla de forma guiada y con necesidad de algunos ajustes un modelo algorítmico que resuelva problemas. Compara y contrasta solicitando ayuda puntual y con algunas orientaciones las estructuras de datos necesarias usadas en los algoritmos. Muestra algunas dificultades para el trabajo individual y de equipo. Emplea en el diseño y explicación, un vocabulario técnico adecuado.</p>	<p>Diseña y desarrolla de forma autónoma y con necesidad de algunos ajustes un modelo algorítmico que resuelva problemas. Compara y contrasta con criterio propio y mínimas orientaciones las estructuras de datos necesarias usadas en los algoritmos. Muestra pocas dificultades para el trabajo individual y de equipo. Emplea con iniciativa el diseño y explicación usando un vocabulario específico y expresiones técnicamente adecuadas.</p>	<p>Diseña y desarrolla de forma autónoma y con perfección un modelo algorítmico que resuelva problemas. Comprende, compara y contrasta con criterio propio y detalle las distintas estructuras de datos necesarias usadas en los algoritmos. Muestra solvencia y dominio en el trabajo individual y de equipo. Emplea el diseño y la explicación con autonomía y precisión, usando un vocabulario específico y expresiones técnicamente adecuadas.</p>
<b>Competencias Básicas</b>				
Competencia Matemática				
Competencia Tratamiento de la Información y C. Digital				
Competencia Autonomía e Iniciativa Personal				

Tabla 1.2: Criterios de Calificación o Rúbricas. 1º Parte.

Aspecto	1 - 4	5 - 6	7 - 8	9 - 10
<p>2. Codificándolo sin errores mediante el lenguaje de programación de propósito general elegido y probándolo de manera que permita verificar su funcionalidad.</p>	<p>Comprende, con dificultades y cometiendo errores conceptuales, la codificación del algoritmo en el lenguaje de programación elegido y valora de manera general y siempre que se le guíe. Muestra muchas dificultades con mucha frecuencia para el trabajo autónomo de prueba y verificación de la funcionalidad del algoritmo, realizándolo solo cuando se le guía.</p>	<p>Comprende la actividad técnica y valora con la ayuda del docente la necesidad de la misma a través de la codificación del algoritmo en el lenguaje de programación elegido que desarrolla desde el trabajo individual y algunas veces en grupo. Aplica siguiendo algunas orientaciones las pruebas y verificaciones de la funcionalidad del algoritmo, ante los problemas planteados, reales o simulados de cierta complejidad, proponiendo y desarrollando soluciones alternativas que se pueden mejorar.</p>	<p>Comprende la actividad técnica y valora con criterio propio la necesidad de la misma a través de la codificación del algoritmo en el lenguaje de programación elegido que desarrolla con iniciativa como trabajo individual. Aplica sistemáticamente las pruebas y verificaciones de la funcionalidad del algoritmo, ante los problemas planteados, reales o simulados de cierta complejidad, proponiendo y desarrollando soluciones alternativas con cierta frecuencia.</p>	<p>Comprende la actividad técnica y valora con criterio propio y detalle la necesidad de la misma a través de la codificación del algoritmo en el lenguaje de programación elegido que desarrolla desde el trabajo individual. Aplica sistemáticamente las pruebas y verificaciones de la funcionalidad del algoritmo, ante los problemas planteados, reales o simulados de cierta complejidad, proponiendo y desarrollando soluciones alternativas pertinentes y creativas con mucha frecuencia.</p>
<p>3. Efectuando las modificaciones necesarias hasta su correcta operatividad.</p>	<p>Efectúa cometiendo errores, a pesar de que se le ofrecen orientaciones, modificaciones al programa informático con dificultad. El programa informático finalizado frecuentemente no opera correctamente.</p>	<p>Efectúa siguiendo orientaciones modificaciones al programa informático. El programa informático finalizado es aceptable y algunas veces opera correctamente sin necesitar ayuda.</p>	<p>Efectúa de forma autónoma modificaciones al programa informático. El programa informático finalizado es correcto y opera correctamente.</p>	<p>Efectúa de forma autónoma y destreza modificaciones al programa informático. El programa informático finalizado es correcto planteando soluciones alternativas y eficaces.</p>
<b>Competencias Básicas</b>				
Competencia Matemática				
Competencia Tratamiento de la Información y C. Digital				
Competencia Autonomía e Iniciativa Personal				

Tabla 1.3: Criterios de Calificación o Rúbricas. 2º Parte.

### **1.5.3 Las Ciencias de la Computación en el currículo educativo**

El tema a tratar está localizado al final del temario de la asignatura Tecnologías de la información y la comunicación de 2º Bachillerato, de la modalidad Científico - Tecnológico. De acuerdo con las fuentes consultadas, en muchos centros no se consigue abordar este tema, principalmente por motivos de tiempo y dificultad. Dada la gran aplicación de los algoritmos y su importancia, consideramos que proponer una metodología innovadora de enseñanza/aprendizaje es relevante.

Las encuestas abogan a que muchos de los estudiantes que realizan esta asignatura optativa en Bachillerato elegirán una carrera técnica, principalmente algún grado de ingeniería. De acuerdo a los planes de estudios actuales, en la mayoría de las carreras técnicas, con mayor o menor profundidad, los estudiantes tendrán que hacer frente al mundo de la algoritmia y de la ciencia de la computación.

Adicionalmente, como introduce Jeannette M. Wing [28, 29], el pensamiento computacional influirá prácticamente en la mayoría de las actividades que una persona lleva a cabo. Esta visión plantea un nuevo reto educativo para nuestra sociedad, especialmente para nuestros hijos. La informática o ciencia de la computación relaciona tres pilares claves: la ciencia, la tecnología y la sociedad. Tanto la aceleración en los avances tecnológicos como las demandas sociales nos obligan a revisar problemas científicos básicos de la informática.

A menudo, en las aulas de informática se enseñan herramientas ofimáticas basadas en procesadores de textos y/o presentaciones. Este tipo de prácticas no aprovechan la totalidad del cerebro del adolescente, su flexibilidad y su creatividad. La apuesta de esta propuesta es la de ayudar a que el estudiante convierta ideas o problemas en código que se puedan ejecutar en máquinas. Esta importancia ha hecho reflexionar sobre la enseñanza de la misma en edades tempranas [30]. Asimismo, se ha reflexionado de cuál es la herramienta más adecuada para la enseñanza de la informática en los niños [31].

Adicionalmente, en países como Inglaterra el gobierno plantea una reforma en el bachillerato donde se incluye la informática como una de las ciencias obligatorias que conforman el itinerario curricular de los estudiantes [32, 33].

Finalmente, concluimos este apartado con una reflexión del Prof. Enrique Dans en su blog personal [34]: *Enseñamos Física a nuestros alumnos no porque estemos esperando que se conviertan en físicos, sino porque viven en un mundo determinado por las leyes de la Física. Exactamente la misma razón por la que deben aprender Informática: porque viven en un mundo rodeados de máquinas programables.*

*1. Fundamentación Teórica*

# Diseño y desarrollo de la propuesta didáctica

---

**Resumen:** El presente capítulo muestra las estrategias en la que se centra la propuesta de mejora para la enseñanza de la programación informática. Estas estrategias persiguen una secuencia metodológica que combina los cuatro factores [14, 15] relevantes para un proceso de enseñanza/aprendizaje constructivista [13]: la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente.

## 2.1 Objetivos

La propuesta didáctica diseñada para este trabajo persigue lograr unos objetivos concretos al finalizar la misma. Esos logros u objetivos son los siguientes:

1. Se pretende motivar al alumno para la mayor aceptación e integración en el proceso de Enseñanza/Aprendizaje. Un buen clima motivador en el aula propiciará la búsqueda hacia el conocimiento.
2. La propuesta trata de utilizar el contexto de Enseñanza/Aprendizaje de contenidos promoviendo el aprendizaje significativo y la construcción del conocimiento en el área de la programación informática.

3. La propuesta pretende plantear un modo diferente de resolver problemas mediante el uso de los algoritmos. Para ello, inicialmente, se pretende tratar de orientar el modo de dar instrucciones en lenguaje natural, economizando el lenguaje y siendo lo más preciso posible. Luego, se pretende adquirir las competencias básicas para poder traducir las instrucciones a pseudocódigo.
4. Se pretende mostrar una cara oculta de la informática para muchos de los alumnos. La parte de *programación informática* forma parte de las Ciencias de la Computación. Se pretende iniciar a los alumnos en esta ciencia, ayudándolos a configurar mentalmente el tipo de instrucciones básicas para desarrollar un algoritmo.
5. Un objetivo que se persigue es la interacción hombre - máquina, es decir, la implementación de los algoritmos en el ordenador. Para ello, se pretende que el alumno, después de un proceso de *prueba - error*, sea capaz de resolver errores propios y simples de programación.
6. La propuesta tiene como finalidad potenciar, principalmente, el desarrollo de la Competencia Matemática, de la Competencia Tratamiento de la Información y C. Digital y de la Competencia Autonomía e Iniciativa Personal.
7. Finalmente, la secuencia metodológica trata de enseñar algo práctico y útil para el inicio de una carrera técnica, tanto enfocada en la universidad como en ciertos ciclos formativos relacionados con el desarrollo software o la automática.

## 2.2 **Secuencia Metodológica**

El desarrollo del currículo de las asignaturas científicas desde una perspectiva constructivista requiere el diseño de una estrategia de enseñanza/aprendizaje, de modo que los estudiantes tomen parte activa en la construcción de sus propios conocimientos.

De acuerdo a la fundamentación teórica, el objetivo marcado en esta propuesta es alcanzar las competencias básicas para diseñar algoritmos sencillos en algún lenguaje de programación. Para ello se ha llevado a cabo una estrategia que trata de combinar

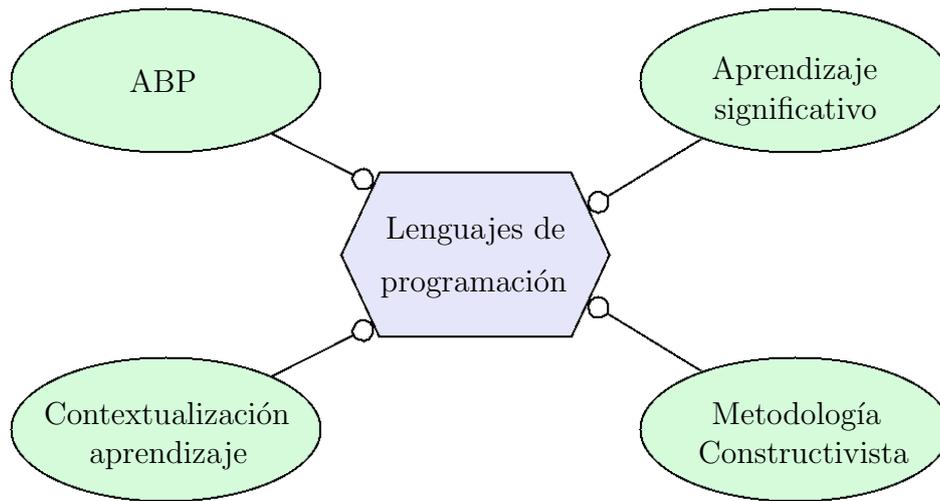


Figura 2.1: Modelos de aprendizaje combinados en la estrategia de enseñanza/aprendizaje

los cuatro modelos que se han apuntado en la fundamentación teórica: El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP); el Aprendizaje significativo; la contextualización del aprendizaje y; la metodología constructivista. La Fig. 2.1 combina esta idea.

La propuesta sigue una estrategia cuya estructura se organiza bajo un enfoque constructivista. Este modelo estructural está formado por las siguientes cuatro fases:

- *Fase de orientación y de obtención de ideas.* Se pretende realizar actividades motivadoras que traten de conectar con la estructura cognitiva de los estudiantes. Por ello, se proponen situaciones y ejemplos cotidianos. En esta propuesta todo gira en torno a la tarea forense de análisis de firmas manuscritas y a la informática. Esta fase trata de ver sus implicaciones científicas, tecnológicas y sociales. Las actividades de esta fase pretenden mostrar las ideas y nociones básicas del lenguaje algorítmico mediante ejemplos cotidianos.
- *Fase de reestructuración de ideas.* A partir de las nociones básicas sobre el lenguaje algorítmico, se dota al alumno de ejemplos y actividades para empezar a diseñar algoritmos simples en pseudocódigo. Para ello, se realizarán trabajos prácticos tanto en grupos pequeños como individuales. Se comparará lo aprendido y se expondrá al gran grupo algunas actividades y comentarios de esta fase.

## 2. Diseño y desarrollo de la propuesta didáctica

- *Fase de aplicación de ideas.* En esta fase se usarán los conceptos teóricos de los algoritmos diseñados y se implementarán en el ordenador. Los alumnos realizarán experimentos, donde a través de la *prueba - error* tratarán de implementar un algoritmo en el ordenador.
- *Fase de revisión del cambio de conocimiento.* Finalmente, esta fase tiene por finalidad analizar las ideas previas, las cuales han sido diagnosticadas en las sesiones primeras. Se pretende comparar en el gran grupo las ideas adquiridas en el pequeño grupo y comentar su validez.

La estrategia está compuesta por un conjunto de actividades a impartir durante 17.5 sesiones de 50 minutos cada una. La suma de tiempo de actividades da un total de 21 sesiones. Esto se ha hecho a propósito, pues se han añadido actividades extras que pueden ser suprimidas o añadidas a criterio del profesor. Éstas se recomiendan con la etiqueta *[OPT]*.

## 2.3 Estrategias de Enseñanza/Aprendizaje

El desarrollo metodológico de las estrategias de enseñanza/aprendizaje se realiza por medio de ciertas actividades segregadas en las cuatro grandes fases del modelo constructivista. Un conjunto total de 17 fichas de trabajo compone el conjunto de actividades de la presente estrategia.

### 2.3.1 Fase de Orientación y de obtención de ideas

Dentro de la fase de Orientación se proponen dos fases atendiendo al diagnóstico inicial y a la motivación. Estas son las siguientes:

#### 2.3.1.1 Diagnóstico Inicial

El objetivo es que el docente pueda valorar la estructura cognitiva previa de sus estudiantes. Se han diseñado un cuestionario dividido en dos partes. Ambas partes tratarán de recoger los contenidos a tratar. El primer cuestionario es relativo a la ciencia de la

<b>Tecnologías de la Información y la Comunicación</b> <b>Curso: 2º de Bachillerato - A</b> <b>Diagnóstico Inicial</b>
<b>Ciencia de la Computación</b> 1. Sexo (Hombre/Mujer): 2. Sistema/s Operativo/s que usas.  3. ¿Qué es un algoritmo? 4. ¿Para que se usan los algoritmos? 5. ¿Quién los usó por primera vez? 6. ¿Conoces alguna aplicación informática que esté diseñada por algoritmos? 7. ¿Conoces algún aparato o máquina que funcione mediante algún procedimiento algorítmico? 8. Imagina a un copiloto muy tonto que quiere subirse a un coche. Escribe entre 3-4 instrucciones muy fáciles para que el copiloto se suba al coche y el piloto pueda arrancar. 9. ¿Cuántas lenguas (idiomas) conoces?
<b>Práctica Forense</b> 10. ¿Qué es un forense? 11. ¿Para qué sirve un forense? 12. ¿Quién es Sherlock Holmes? 13. ¿Conoces algún caso fraudulento de falsificación de firmas? 14. ¿Has falsificado alguna una firma conocida? 15. ¿Cómo podría entrenarse un forense para ser mejor forense? 16. ¿Cómo podría ayudar la informática a los forenses?
<b>Orientaciones:</b> - En esta actividad no se comentará nada previamente. Sólo se resolverán dudas de redacción de las preguntas.
<b>Observaciones:</b> <i>0.5 sesiones. Actividades no evaluables.</i>

Ficha 1: Cuestionarios relativos a la Ciencia de la Computación y a la Práctica Forense

computación, el segundo es relativo a la práctica forense sobre las firmas, ya que será el escenario de aplicación de los algoritmos en el presente trabajo. La ficha de trabajo para llevar a cabo esta actividad es la número 1.

### 2.3.1.2 Motivación

Con el fin de crear un ambiente de motivación en el aula se proponen tres actividades. Mediante trabajos/juegos se plantean situaciones cotidianas que deberían resolver los forenses dedicados al reconocimiento de firmas. Adicionalmente se propone otra activi-

<b>Tecnologías de la Información y la Comunicación</b> <b>Curso: 2º de Bachillerato - A</b> <b>Práctica Forense I</b>
Esta actividad pretende que el alumno distinga entre imágenes escaneadas de firmas de un usuario e imágenes de firmas de un falsificador. Se trata de un tipo de juego - pasatiempo introductorio al tema. Las imágenes de las firmas se encuentran en el Anexo A.1.
<b>Orientaciones:</b> - Al final de la actividad se les mostrará a los alumnos que firmas eran falsas y cuales genuinas.
<b>Observaciones:</b> <i>0.5 sesiones. Actividad no evaluable. [OPT]</i>

### Ficha 2: Práctica forense I

dad que atiende a las implicaciones sociales, científicas y tecnológicas, en las cuales la programación informática aparece como ayuda a la generación de imágenes de firmas sintéticas manuscritas para la creación de grandes bases de datos.

**Práctica Forense I** Esta actividad se muestra en la ficha de trabajo 2, se trata de una práctica forense común cuyo objetivo es el de que los alumnos se sientan como forenses en el aula. Nótese que a modo de solución para el profesor, en el anexo se somborean aquellas firmas que son falsas. El resto son verdaderas.

**Creación de organizadores Previos. Lectura de un artículo científico** Esta actividad tiene por objetivos la creación de organizadores previos para potenciar y ayudar al aprendizaje significativo. Estos organizadores, introducidos en las teorías de David Ausubel [35], son recursos cognitivos tipo puente entre los conocimientos existentes por parte de los alumnos y los nuevos conocimientos.

Debido a ello, en la ficha de trabajo 3, se realiza la lectura de la introducción de un artículo científico reciente. Como el texto puede llegar a ser un poco elevado, algunas partes se han suprimido y otras se han redactado en un modo más cercano para facilitar su comprensión divulgativa.

<b>Tecnologías de la Información y la Comunicación</b> <b>Curso: 2º de Bachillerato - A</b> <b>Organizadores Previos</b>
Con el objetivo de crear organizadores previos para el desarrollo de un aprendizaje significativo, se propone la lectura de la introducción del artículo científico “Generación de síntesis de firmas on-line. Metodología y Algoritmos”, 2011. El texto se encuentra en el anexo A.3.
<b>Claves de lectura:</b> 1. ¿Qué rasgos piensas que pueden reconocer mejor a las personas? 2. ¿Por qué es necesario tener grandes bases de datos? 3. ¿Qué posibles inconvenientes nos podríamos encontrar en el proceso de recolección de muestras biométricas? 4. ¿Qué propone el texto para paliar las dificultades que presentan la obtención de grandes bases de datos de rasgos biométricos? 5. ¿Qué ventajas presentan las bases de datos sintéticas? 6. Dibuja una firma occidental, una firma que sea conste sólo de una floritura (rúbrica o visé) y una firma asiática. 7. ¿Qué es una firma sintética maestro? ¿Para qué sirve?
<b>Orientaciones:</b> - El artículo se lee en alto, cada alumno lee un párrafo - Se da un poco de tiempo para contestar las preguntas individualmente y luego se establece el debate en el gran grupo
<b>Observaciones:</b> <i>0.5 sesiones. Actividad no evaluable.</i>

### Ficha 3: Organizadores Previos

**Práctica Forense II** El objetivo que se persigue en esta actividad es determinar el grado de sintética y de real que son un conjunto de firmas. Su descripción se encuentra en la ficha de trabajo 4.

Esas imágenes de firmas son obtenidas mediante el mismo programa informático que ellos programarán. Este experimento es visual y es parte de un experimento realizado en unos trabajos científicos recientes. Esta actividad - experimento hace que los alumnos, analizando los resultados, vean como han podido ser engañados y en consecuencias, como ellos pueden llegar a engañar a otros si llegan a programar imágenes de firmas creíbles.

#### 2.3.1.3 Plantear Problemas

**Diseño de un algoritmo en actividad de la vida cotidiana** Una pregunta que necesita respuesta por parte de los alumnos es la siguiente: *¿Qué es un algoritmo?*. Antes

<b>Tecnologías de la Información y la Comunicación</b> <b>Curso: 2º de Bachillerato - A</b> <b>Práctica Forense II</b>
En este documento encontrarás 22 imágenes de firmas. Algunas de ellas reales y algunas sintéticas. La tarea es, después de una rápida inspección, calificar cada una de las firmas: De 0 a 4 si crees que es sintética (siendo 0 completamente sintética y 4 algo sintética). Del 6 al 10 si piensas que es real (siendo 6 algo real y 10 totalmente real). 5 si no está seguro. No tomes demasiado tiempo para inspeccionar las firmas. Antes de enviarlo al profesor, cambia el nombre del documento sustituyendo “nombre” por su nombre y “apellido” por su apellido (por ejemplo, en mi caso sería: MoisesDiaz.doc). PD: Sintética significa que es una firma que hizo un ordenador, es decir, que nunca la hizo una persona. Real significa que es una firma hecha por un humano
<b>Orientaciones:</b> - El cuestionario se encuentra en el Anexo A.2. - En esta actividad se manejarán los conceptos mínimos de ofimática - Se realizará el envío de la tarea por email al profesor.
<b>Observaciones:</b> <i>0.5 sesiones. Actividad no evaluable.</i>

#### Ficha 4: Práctica Forense II

de definir de manera precisa la respuesta a la pregunta, se procederá a dar un pequeño rodeo debido a que los algoritmos nos acompañan desde hace mucho tiempo en tareas cotidianas. La ficha 5 muestra un ejemplo clásico de algoritmo, cuyo objetivo consiste en la elaboración de una tortilla de papas. Seguidamente, se procedió a la ejecución de la ficha de trabajo 6, con el objetivo de introducir formalmente a los alumnos en el concepto de algoritmo y de sus usos.

#### **Conversión a pseudocódigo del algoritmo de preparación de una tortilla de papas.**

A continuación paso a paso se generará el algoritmo en pseudocódigo de la elaboración de una tortilla de papas. El objetivo de esta actividad, recogida en la ficha de trabajo 7, busca acercar al alumno al lenguaje pseudocódigo. Además pretende eliminar las ambigüedades del lenguaje natural mediante instrucciones finitas. El resultado será un algoritmo compacto.

**Diseño de una firma maestro** A continuación, en la ficha 8 se realiza una explicación que servirá de base para que los estudiantes se interroguen sobre el diseño personal de

**Tecnologías de la Información y la Comunicación**

**Curso: 2º de Bachillerato - A**

**Elaboración de una tortilla de papas**

Los alumnos se dividirán en grupos pequeños de 3 - 4 personas. Cada grupo diseñará en lenguaje natural, la receta de una tortilla de papas. Un ejemplo podría ser el siguiente:

**Ingredientes:**

- 2 vasos de aceite (1/2 litro)
- sal
- 8 huevos
- 6 papas

**Preparación:** Se lavan las papas una vez peladas, y se secan con un paño; se parten en dos a lo largo y después se cortan en láminas finitas. Se pone el aceite en la sartén a calentar y se fríen las patatas, moviéndolas de vez en cuando y echándoles un poco de sal. Una vez fritas (más o menos doradas, según gusten), se separan y se ponen a escurrir en un colador grande. Aparte se baten los huevos con tenedor muy fuerte 3 minutos; se pone un poco de sal; en el mismo plato de los huevos se echan las patatas y se mueven con un tenedor. En una sartén grande se ponen 3 cucharadas soperas de aceite para que sólo cubra el fondo. Cuando está caliente se vierte la mezcla de huevos y patatas.

Cuando se vea que está bien despegada y dorada (esto depende del gusto de cada cual), se pone una tapadera encima, se vuelca la sartén y se escurre suavemente la tortilla otra vez en la sartén. Cuando esté cuajada (a gusto) se pasa a una fuente redonda y se sirve.

**Orientaciones:**

- Se les pide a los alumnos escribir instrucciones simples y concretas
- Al finalizar, se elabora una receta común y se escribe en la pizarra.
- Los alumnos copian esa receta final en sus cuadernos.

**Observaciones:**

*0.5 sesiones. Actividad no evaluable.*

Ficha 5: Elaboración de una tortilla de papas

## Tecnologías de la Información y la Comunicación

Curso: 2º de Bachillerato - A

### Definición de Algoritmo

#### Desventajas del lenguaje natural:

- El lenguaje natural no es universal, este algoritmo sería completamente inútil para los no hispanoparlantes.
- El lenguaje natural es ambiguo y, por tanto, susceptible de errores.
- El lenguaje natural es demasiado amplio, lo que para una persona puede ser una instrucción sencilla puede no serlo para otra y desde luego no lo será para un ordenador.

#### Definición Formal de Algoritmo:

En matemáticas y ciencias de la computación, un algoritmo (creación atribuida al matemático persa Al-Juarismi, 780-850) es un procedimiento paso a paso para realizar cálculos. Los algoritmos se utilizan para el cálculo, procesamiento de datos, y el razonamiento automatizado.

Es un método eficaz para expresarse mediante una lista finita de instrucciones bien definidas para el cálculo de una función. Dados un estado inicial y una entrada, siguiendo los pasos sucesivos se llega a un estado final y se obtiene una solución.

En la vida cotidiana, se emplean algoritmos frecuentemente para resolver problemas. Algunos ejemplos son los manuales de usuario, que muestran algoritmos para usar un aparato, o las instrucciones que recibe un trabajador por parte de su patrón. También en matemáticas existen ejemplos de algoritmos clásicos para realizar ciertos cálculos como el común divisor o el máximo común múltiplo.

#### Orientaciones:

- Exposición en clase sobre el concepto de Algoritmo mediante transparencias y/o material audiovisual.
- Transparencia usada en clase para esta parte.

#### Algoritmo

- Algoritmo (creación atribuida al matemático persa Al-Juarismi, 780-850)
- Procedimiento paso a paso para realizar cálculos.
- Los algoritmos se utilizan para el cálculo, procesamiento de datos, y el razonamiento automatizado.
- Lista finita de instrucciones bien definidas para el cálculo de una función
- Entrada, salida, pasos sucesivos y se llega a un estado final con solución
- Se emplean en la vida cotidiana para resolver problemas: como funciona un aparato, trabajador en una fábrica, etc

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

#### Observaciones:

0.5 sesiones. Actividad expositiva, no evaluable.

<b>Tecnologías de la Información y la Comunicación</b> <b>Curso: 2º de Bachillerato - A</b> <b>Conversión de Algoritmo de Lenguaje Natural a Pseudocódigo</b>
Usando la receta global de la actividad anterior, el profesor explicará cómo traducir cada instrucción simple en una instrucción en lenguaje pseudocódigo. En esta actividad se introducirá el concepto de los bucles y de alguno de los tipos de variables. Estos conceptos serán reforzados con ejemplos sobre la elaboración de la tortilla de papas. Cada explicación del profesor es reforzada con las instrucciones de la tortilla. Un ejemplo sobre cómo realizar la traducción puede ser encontrado en el anexo A.4
<b>Orientaciones:</b> - Cada vez que aparece un concepto nuevo, el profesor se detendrá y lo explicará. Por ejemplo, el concepto de tipo de variable o bucle. - Se debe permitir que los alumnos traduzcan las nuevas instrucciones si se hacen de la misma manera que se explicó, con el fin de reforzar dichas parte.
<b>Observaciones:</b> <i>1.5 sesiones. Actividad no evaluable.</i>

Ficha 7: Conversión de Algoritmo de Lenguaje Natural a Pseudocódigo

la firma de cada uno. Se comentará y se explicará de manera razonada el procedimiento científico para el diseño de la misma. El objetivo es explicar el método que se usará para generar la trayectoria de una firma.

## 2.3.2 Fase de reestructuración de ideas

### 2.3.2.1 Generación de firma genuina de referencia

**Actividad en grupo** Esta actividad tiene por objetivo realizar un programa en pseudocódigo, cuya ficha de trabajo es la número 9. Se pretende también verificar los beneficios del trabajo colaborativo, por ello la actividad se realiza en grupos de tres estudiantes. Una solución propuesta la encontramos en el algoritmo descrito dentro de la ficha de trabajo correspondiente. La realización de esta actividad permite el manejo de matrices entendidas como tablas de valores de 2 columnas y de  $n$  filas, siendo  $n$  el número de puntos de referencia de la firma.

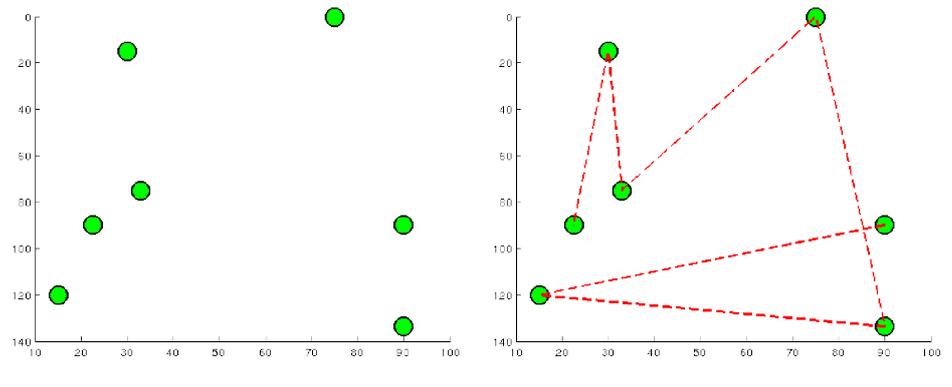
**Tecnologías de la Información y la Comunicación**

**Curso: 2º de Bachillerato - A**

**Diseño de una firma maestro**

Se procederá a la explicación matemática para el concepto de bolas como puntos de referencias en el diseño de rúbricas maestras manuscritas. Sobre una cuadrícula de  $100 \times 100$  unidades se dibujaran los puntos de referencia de una rúbrica maestra manuscrita. Cada punto tendrá un radio determinado (de valor máximo 5). Dentro de esas bolas estarán todos los puntos de referencia de posibles firmas de un firmante. Cada alumno diseñará su propia cuadrícula con el fin de obtener una tabla de valores de referencia (valores centrales de las bolas). Posteriormente, cada alumno diseñará en papel su firma a partir de un ejemplo de diseño de una firma por parte del profesor.

Esta será la metodología llevada a cabo para diseñar una firma. La figura siguiente muestra un ejemplo de firma. El orden de las coordenadas de las bolas en la tabla de valores marcará el orden de unión de las mismas.



**Orientaciones:**

- Se usará la pizarra para la explicación del diseño de la firma
- Adicionalmente, se escribirá a modo de ejemplo, en una tabla, las coordenadas de la firma
- La tabla debe representar una matriz de  $(n \times 2)$ , siendo  $n$  el número de puntos de la firma y 2 el número de coordenadas  $x, y$ . Esto permitirá la posterior explicación de declaración de matrices en lenguaje pseudocódigo.

**Observaciones:**

*1 sesión. Actividad no evaluable.*

Ficha 8: Diseño de una firma maestro.

<b>Tecnologías de la Información y la Comunicación</b> <b>Curso: 2º de Bachillerato - A</b> <b>Generación de firma genuina I</b>
Realizar un programa en pseudocódigo que lea los valores de una matriz. La matriz tendrá tantas filas como puntos de referencia tenga la firma. Primero el programa tendrá que declarar la variables siguientes: la matriz y el número de puntos de referencia. Posteriormente el programa leerá el valor elegido de cada punto de la matriz. Nota: Tener en cuenta que la cuadrícula es de $100 \times 100$ unidades.
<i>Algoritmo propuesto</i>
<b>Entrada:</b> Matriz bolas referencia $M$ vacías <b>Salida:</b> Matriz bolas referencia $M$ llena. 1: Escribir: ¿Número de bolas? 2: Leer: número de bolas $n$ 3: <b>para</b> $i = 1$ hasta $n$ <b>hacer</b> 4:   Escribir: ¿Número de bolas? 5:   Leer: Coordenada $M_{i,1}$ y $M_{i,2}$ 6: <b>fin para</b>
<b>Orientaciones:</b> - Volver a explicar, usando el ejemplo de la tortilla, aquellas partes que no fueron bien entendidas o bien explicadas - Incidir en la parte de <i>ingredientes</i> y <i>procedimiento</i> de la tortilla de papas para poder diferenciar la parte de declaración de variables y de proceso del algoritmo - Explicar el concepto de matriz y como se podría rellenar una matriz de $(n \times 2)$ , tratándola como si fuera un vector.
<b>Observaciones:</b> <i>1 sesión. Actividad evaluable.</i>

Ficha 9: Generación de firma genuina I .

**Actividad individual (I)** Para comprobar que el trabajo colaborativo anteriormente es correcto, es decir, que todos los alumnos han comprendido el algoritmo realizado, se propone esta actividad individual. Una solución propuesta se encuentra en el algoritmo incluido en la ficha 10. Se persigue el objetivo de demostrar que el trabajo colaborativo puede ayudar en el desarrollo de competencias individuales sobre el diseño de un algoritmo en pseudocódigo.

**Actividad individual (II)** Esta actividad tiene por objetivo reforzar la destreza de la conversión de lenguaje natural a lenguaje pseudocódigo. Se pretende realizar el esqueleto de una firma falsificada a partir de la firma genuina diseñada. Se presenta la ficha de trabajo 11 para esta actividad.

### 2.3.2.2 Parámetros de una firma

Esta propuesta está centrada en el diseño de las firmas manuscritas según el enfoque explicado en la actividad *Diseño de una firma maestro*. Sin embargo, esto sólo no basta para obtener una imagen final de una firma sintética. Esta propuesta necesita usar un software informático que, a partir de unos parámetros de diseño de entrada, genera imágenes de firmas manuscritas.

El lenguaje de programación elegido para la implementación de los algoritmos ha sido Matlab. En el capítulo Conclusiones se justifica el uso de dicho lenguaje de programación. La Fig. 2.2 muestra el procedimiento gráfico final de generación de una firma.

La Fig. 2.3 muestra el esquema de trabajo a partir de ahora. En ella vemos el fichero titulado *MoisesDiaz.m* que contendrá los parámetros de diseño de la firma. El recuadro de color naranja será una *caja negra*. Este recuadro simboliza la función *genera\_firma.p* que es suministrada por el profesor a los alumnos. Dicha función surge de un trabajo de investigación para generar bases de datos basado en este concepto, el cual ha sido recientemente aceptado por la comunidad científica [36]. La correcta ejecución dará lugar a una firma, como se muestra en la última parte del esquema.

<p><b>Tecnologías de la Información y la Comunicación</b>  <b>Curso: 2º de Bachillerato - A</b>  <b>Generación de firma genuina II</b></p>
<p>Realizar un programa en pseudocódigo que lea los valores de una matriz. La matriz será una posible firma genuina a partir de los valores de la primera firma genuina. El programa leerá los valores de la nueva matriz (puntos de una posible firma genuina). Los posibles puntos de la firma genuina estarán dentro de un radio de 5 con respecto a los puntos de la firma maestro. El programa comprobará que cada punto <math>x_i, y_i</math> estén dentro de ese radio. Nota: Tener en cuenta que la cuadrícula es de <math>100 \times 100</math> unidades.</p>
<p><i>Algoritmo propuesto</i></p>
<p><b>Entrada:</b> Matriz bolas referencia <math>M</math> llena. Matriz bolas <math>P</math> vacías  <b>Salida:</b> Matriz bolas <math>P</math> llena.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1: Escribir: ¿Número de bolas?</li> <li>2: Leer: número de bolas <math>n</math></li> <li>3: <b>para</b> <math>i = 1</math> hasta <math>n</math> <b>hacer</b></li> <li>4:     Escribir: ¿Número de bolas?</li> <li>5:     Leer: Coordenada <math>P_{i,1}</math> y <math>P_{i,2}</math></li> <li>6:     <b>si</b> <math> P_{i,1} - M_{i,1}  &gt; 5</math> <b>entonces</b></li> <li>7:         Escribir: Fallo</li> <li>8:     <b>fin si</b></li> <li>9:     <b>si</b> <math> P_{i,2} - M_{i,2}  &gt; 5</math> <b>entonces</b></li> <li>10:         Escribir: Fallo</li> <li>11:     <b>fin si</b></li> <li>12: <b>fin para</b></li> </ol>
<p><b>Orientaciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Debido a que esta ficha contiene una actividad de refuerzo, tratar de no ayudar demasiado a los alumnos.</li> <li>- Usar como claves docentes algunos ejemplos algorítmicos que previamente han aprendido en las actividades previas.</li> </ul>
<p><b>Observaciones:</b></p> <p><i>1.5 sesiones. Actividad evaluable.</i></p>

Ficha 10: Generación de firma genuina II

<b>Tecnologías de la Información y la Comunicación</b> <b>Curso: 2º de Bachillerato - A</b> <b>Generación de firmas falsificadas</b>
Se establece otro radio mayor para las bolas (por ejemplo 10, de acuerdo a la cuadrícula). Sobre cada anillo que rodea a las bolas generadas en el paso anterior, se elegirá una coordenada $x, y$ . La matriz de coordenadas final contendrá los valores de una firma falsificada. Realizar un programa en pseudocódigo que recoja los nuevos valores de la firma falsificada, poniendo nombre a las variables según su significado.
<b>Orientaciones:</b> - El algoritmo propuesto para este apartado es bastante similar que el propuesto en la ficha de trabajo 10. - Tratar de que los alumnos entiendan el enunciado en lenguaje natural - Explicar mediante ejemplos como rellenar una matriz. Por ejemplo: preparar cuatro sillas libres. Siguiendo la traza de un bucle <i>for</i> , ir rellenando las sillas con estudiantes. Cada estudiante representa la coordenada $x, y$ de una matriz.
<b>Observaciones:</b> <i>1 sesión. Actividad evaluable. [OPT]</i>

Ficha 11: Generación de firmas falsificadas

En el caso más simple, el fichero *MoisesDiaz.m* contendrá un programa secuencial. Cada línea del programa será una variable con un valor. Finalmente se realizará la llamada a la función *genera\_firma.p* y se mostrará por pantalla la imagen de la firma.

### 2.3.3 Fase de aplicación de las ideas

#### 2.3.3.1 Programación Algorítmica

A continuación se describirán una serie de actividades recogidas en la ficha 13, las cuales están enfocadas a la implementación de programas sencillos. El objetivo es lograr desde una firma simple hasta una pequeña base de datos de imágenes. Se usará sólo un fichero donde se escribirá el código relativo a los requisitos que piden los siguientes enunciados.

#### 2.3.3.2 Incidencias medioambientales

Esta actividad ayuda a que la propuesta sea integral. Para ello, se pretende realizar un pequeño cálculo que permita mostrar la cantidad de papel ahorrado y, por tanto,

<p><b>Tecnologías de la Información y la Comunicación</b>  <b>Curso: 2º de Bachillerato - A</b>  <b>Parámetros de una firma</b></p>
<p>Se realizará un debate en clase con el fin de que los alumnos sean capaces de deducir los parámetros y variables que hacen falta en el diseño de una firma manuscrita, según la propuesta. Los parámetros a los que hay que conducir el debate se muestran a continuación. Finalmente, los alumnos escribirán un fichero en texto plano, con extensión .m, en el que se describen las variables y sus valores.</p>
<p><i>Parámetros</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parámetros relativos a la escritura (enteros):  <math>curva\_A = 3</math>; % entre 1 y 5  <math>curva\_B = 2</math>; % entre 1 y 10</li> <li>• Bolas (arrays y entero)  <math>puntos = [20\ 20; 60\ 80; 100\ 40; 80\ 50]</math>;</li> <li>• Bolígrafo (float(menos precisión) o double (más precisión))  <math>diametro\_boli = 0.23</math>; % 0.2 - 0.4</li> <li>• Tinta (entero)  <math>tinta = 1</math>; % 1 - &gt; viscosa, 2 - &gt; solida, 3 - &gt; fluida</li> <li>• Tipo de firma (string, cadena de caracteres)  <math>tipo\_firma = 'genuino'</math>; % 1 = genuino, 2 = falsificador</li> <li>• Granulado de papel (entero)  <math>granulado\_papel = 5</math>; % 1 - 8</li> </ul>
<p><b>Orientaciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teniendo en mente la teoría conductista, hacerles preguntas sobre qué parámetros son necesarios para diseñar una firma.</li> <li>- Mostrarles una imagen para que ellos viéndola puedan deducir los parámetros que son necesarios.</li> <li>- El profesor tratará de conducir el debate hasta que los alumnos logren decir aquellos los parámetros necesarios que luego se programarán. Esos parámetros son de diferente tipo de estructura (entero, booleano, float, array, cadena de caracteres).</li> <li>- Este apartado introducirá además el concepto de tipos de estructura de datos.</li> <li>- Nótese, que para este ejemplo, se han usado sólo 4 puntos, es decir, se trata de una firma con cuatro puntos de referencia. También se muestran los parámetros que debería variar cada alumno para conseguir una firma lo más real posible.</li> </ul>
<p><b>Observaciones:</b>  <i>0.5 sesión. Actividad no evaluable.</i></p>

Ficha 12: Parámetros de una firma.

<p><b>Tecnologías de la Información y la Comunicación</b>  <b>Curso: 2º de Bachillerato - A</b>  <b>Programación informática</b></p>
<p><b>Enunciado I</b> Realizar un programa de lectura/escritura de los parámetros de una firma usando como lenguaje de programación el lenguaje .m (Matlab).</p>
<p><i>1.5 sesiones. Actividad no evaluable.</i></p>
<p><b>Enunciado II</b> Añadir al programa anterior la lectura/escritura de los parámetros de firma real. Representación de la primera imagen de firma.</p>
<p><i>1.5 sesiones. Actividad no evaluable.</i></p>
<p><b>Enunciado III</b> Añadir al programa anterior Una nueva posible firma genuina comprobando que dicha firma es posible con las condiciones de puntos dentro de las bolas. Representación de la firma en una imagen.</p>
<p><i>2 sesiones. Actividad evaluable.</i></p>
<p><b>Enunciado IV</b> Generar una base de datos de <math>n</math> posibles firmas. Cada firma será comprobada con los puntos de la firma de referencia (o firma maestro).</p>
<p><i>2 sesiones. Actividad evaluable.</i></p>
<p><b>Enunciado V</b> Generación de firmas de falsificadores. Para ello establecer las condiciones de los dos radios en los que se debe encontrar la firma.</p>
<p><i>2 sesiones. Actividad evaluable. [OPT]</i></p>
<p><b>Orientaciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se describen 5 actividades prácticas a realizar en un total de 9 sesiones.</li> <li>- Todas las actividades son consecutivas, se realizan con los resultados de las anteriores.</li> <li>- Guiar al alumno en las actividades no evaluables.</li> <li>- Dejar a los alumnos realizar de manera autónoma las actividades evaluables.</li> <li>- Dedicar una parte de la primera sesión para instalar el Matlab en los ordenadores.</li> <li>- Animar a los alumnos a que rápidamente puedan generar su primera firma, para motivarles a realizar el resto de actividades</li> </ul>

Ficha 13: Programación informática

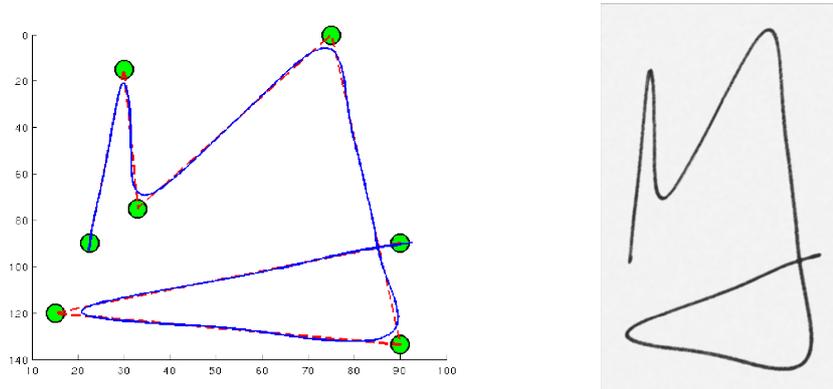


Figura 2.2: Procedimiento final de generación de firma sintética

el favor y respeto que se le haría al medio ambiente al sustituir imágenes de firmas de papel por imágenes de firmas sintéticas.

### 2.3.3.3 Tratamiento de imagen

Esta actividad, mostrada en la ficha 15, dará pie a otra Unidad Didáctica que forma parte del currículo de la asignatura, en concreto a la parte de procesados de imágenes. Se propone un ejemplo práctico para el uso fraudulento de una de las firmas generadas anteriormente. Adicionalmente, esta actividad dará lugar a la explicación del GIMP: software libre informático muy completo para el procesamiento y tratamiento de imágenes.

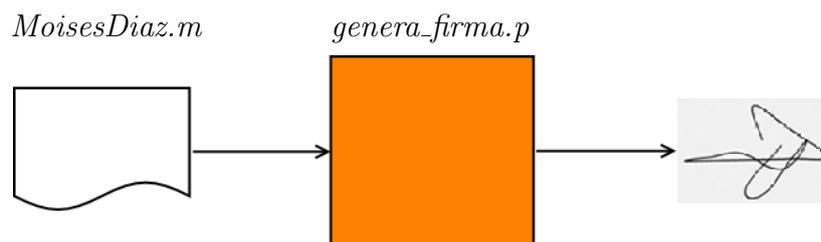


Figura 2.3: Procedimiento algorítmico

<b>Tecnologías de la Información y la Comunicación</b> <b>Curso: 2º de Bachillerato - A</b> <b>Incidencias medioambientales</b>
Calcular el papel necesario para hacer la base de datos con los alumnos en clase. Calcular además del tiempo necesario para escanear todas las firmas y guardarlas en el ordenador. Datos: <i>i</i> ) 80500 folios DIN A4 que equivalen a un árbol medio de 30 a 40 años; <i>ii</i> ) Tiempo medio para escanear una firma. Todo ello se ahorra programando!
<b>Orientaciones:</b> - El dato <i>i</i> ) fue obtenido de esta página web: <sup>1</sup> [Consultada: 16 abril 2013]. - La actividad se lleva a cabo mediante reglas de tres o factores de conversión simples.
<b>Observaciones:</b> <i>0.5 sesiones. Actividad evaluable.</i>

Ficha 14: Incidencias medioambientales

<b>Tecnologías de la Información y la Comunicación</b> <b>Curso: 2º de Bachillerato - A</b> <b>Tratamiento de imagen</b>
Elegir una de las imágenes y segmentarla en GIMP. A continuación, descargar de Internet, haciendo uso de buscadores de imágenes, imágenes de cheques sin firmar. Insertar la firma segmentada en el cheque, reduciendo su tamaño.
<b>Orientaciones:</b> - Explicar en qué consiste el GIMP. - Guiar a los estudiantes para realizar este ejercicio. - Que los alumnos realicen el ejercicio a la vez que lo realiza el profesor.
<b>Observaciones:</b> <i>1 sesión. Actividad evaluable. [OPT]</i>

Ficha 15: Tratamiento de imagen

<b>Tecnologías de la Información y la Comunicación</b> <b>Curso: 2º de Bachillerato - A</b> <b>Diagnostico final</b>
Coincide con el enunciado de la ficha de trabajo 1
<b>Orientaciones:</b> - Tratar de comentar en la sesión siguiente las mejoras más significativas del grupo en general, comparando con las respuestas del diagnóstico inicial.
<b>Observaciones:</b> <i>0.5 sesiones. Actividad no evaluable.</i>

Ficha 16: Diagnostico final

## 2.3.4 Fase de revisión del cambio de conocimientos

### 2.3.4.1 Diagnostico final

El objetivo de esta actividad es que tanto los alumnos como el profesor revisen el cambio de conocimientos que ha sucedido. Para ello, se les entrega a los alumnos el mismo cuestionario usado en la primera actividad denominada diagnóstico inicial. La ficha 16 recoge la descripción de la actividad propuesta.

### 2.3.4.2 Propuestas de mejora

Las opiniones e impresiones de los estudiantes sobre el proceso de enseñanza/aprendizaje es de gran valor para perfeccionar la propuesta en su conjunto. Por tanto, en la última sesión de clase, de manera anónima, fueron analizadas dichas opiniones respondiendo a tres preguntas simples relativas a la propuesta: “valoro”, “critico”, “propongo”. La actividad se muestra en la última ficha de trabajo (ficha 17).

<b>Tecnologías de la Información y la Comunicación</b> <b>Curso: 2º de Bachillerato - A</b> <b>Propuestas de mejora</b>
Realizar una encuesta fue formulada en términos de “valoro”, “critico” y “propongo”.
<b>Orientaciones:</b> - Encuesta anónima e individual para analizar la propuesta.
<b>Observaciones:</b> <i>0.5 sesiones. Actividad no evaluable.</i>

Ficha 17: Propuestas de mejora

*2. Diseño y desarrollo de la propuesta didáctica*

# Análisis y discusión de los resultados obtenidos

---

**Resumen:** Se procederá a explicar en detalle los resultados de la estrategia tras la experiencia en el aula. Para ello, se analizarán las cuatro grandes fases de construcción del conocimiento. Dentro de cada una de ellas se discutirán los resultados obtenidos a través de observaciones y documentos entregados por los alumnos sobre las actividades realizadas. En total se analizaron las actividades correspondientes a las 17 fichas de trabajos diseñadas.

## 3.1 Contexto, Población y muestra

La propuesta ha sido puesta en práctica en el grupo A de 2º de Bachillerato del IES Politécnico de Las Palmas durante el curso 2012/2013, en concreto en la asignatura optativa Tecnologías de la Información y la Comunicación. El grupo donde se ha realizado la experiencia es mediano, de unos 19 alumnos inscritos y de 16 - 18 alumnos en la práctica, debido al absentismo escolar. La optativa analizada no es materia en las Pruebas de Acceso a la Universidad (PAU), manifestándose, por tanto, una reducción notoria de la presión de los alumnos a la entrada al aula, en comparación con el resto de asignaturas del curso.

### 3. Análisis y discusión de los resultados obtenidos

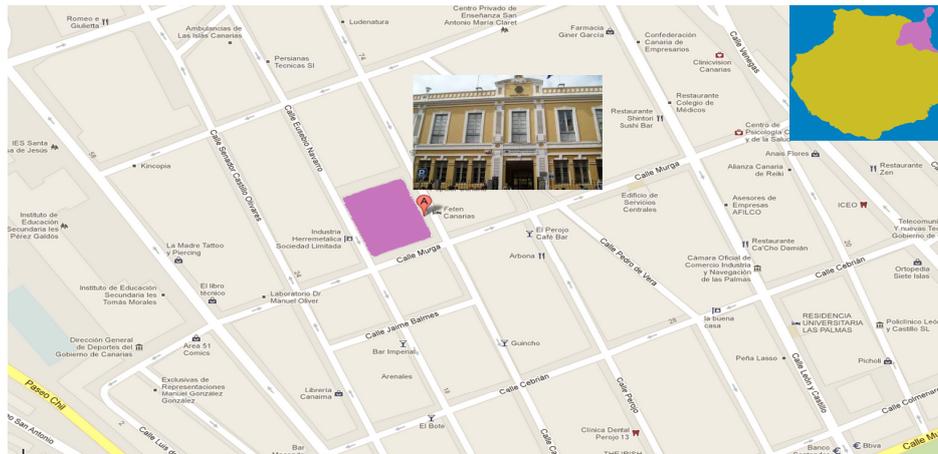


Figura 3.1: Situación y Emplazamiento del IES Politécnico Las Palmas e imagen de su fachada

El centro se ubica en el distrito III del municipio capitalino de Las Palmas de Gran Canaria. La Fig. 3.1 muestra la situación y emplazamiento del instituto, así como una imagen de su fachada. El instituto linda con tres calles del barrio de Los Arenales de Las Palmas: calle Eusebio Navarro, calle Murga y calle Canalejas. Siendo la última su entrada principal.

El edificio que da vida al instituto se trata de una casona emblemática. A la entrada del mismo encontramos un patio típico canario central con una fuente en medio. Corresponde a un edificio clásico el cual ha sufrido ampliaciones y modificaciones a lo largo del tiempo. Actualmente hay dos módulos adyacentes al edificio inicial, el cual data del año 1924, iniciándose como sede de la Escuela de Ingeniería Industrial.

Tanto su estructura arquitectónica y conservación ha tomado especial cuidado, pues a pesar de la antigüedad del edificio, éste presume de una excelente apariencia interna y externa, e integración en el entorno urbano de la ciudad.

Internamente, el centro ofrece la posibilidad de estudiar una amplia oferta de ciclos formativos y bachillerato. Se encuentran espacios para uso de aplicaciones multimedia, con talleres y laboratorios. También se cuenta con una biblioteca y con atención al fomento de la lectura a través de los planes de lecturas. Adicionalmente, la información la actualizan mediante plataforma virtual y página Web. El plan de mantenimiento del centro cuida todos los aspectos funcionales del mismo. En el campo de la seguridad

y salud laboral, el centro posee de planes de actuación en caso de emergencias y de equipamiento sanitario.

Los alumnos se encuentran inmersos en un contexto sociológico de influencia. La población del barrio donde se localiza el instituto es de clase media - alta trabajadora y de mediana edad. Con ocupaciones desde el sector servicios como los comercios, banca, funcionarios, hostelería, hasta pequeñas y medianas empresas y/o profesiones liberales. No hay graves problemas de convivencia detectados en la zona del centro. A pesar de que muchas mujeres están incorporadas al mundo laboral, la estructura familiar en su mayoría es tradicional. La relación Familia - Escuela es cordial, fluida y de preocupación tanto para el centro como para las familias.

## 3.2 Resultados en la fase de Orientación y de Obtención de ideas

### a) Diagnóstico inicial.

La ejecución de esta actividad ha reportado algunos datos interesantes de los alumnos. En la clase el 25% de los alumnos eran usuarios de MAC y el 75% usuarios de Windows. También sucede que habían muchos más chicos que chicas. El IES Politécnico tiene un perfil tecnológico más atractivo para los chicos que para las chicas, en general. Sin embargo, en esta asignatura optativa había un 23,% de chicas frente a un 77,% de chicos. Si bien es cierto, estas cifras son muy particulares aunque dan una idea del perfil de alumnos.

Quizás el dato más destacado es el que se muestra en la penúltima imagen del anexo B, donde de manera general, ningún alumno conocía que era un algoritmo y para que se usaba. La respuestas más cercanas fueron: *Un proceso matemático cuyo fin desconozco y son para programar y calcular datos*. Sin embargo, en cuanto a la aplicación de los algoritmos se encontraron ideas tales como *calculadoras, Block de notas, lovemeet*. Por otro lado, inicialmente la idea que había sobre aparatos o máquinas que funcionaran mediante algoritmos fueron: *PC, microondas, un robot, un móvil, una tablet y, de nuevo, una calculadora*.

En la cuestión número 8 se pretendía analizar la manera de dar instrucciones. En líneas generales, fueron encontradas instrucciones poco concisas, un tanto ambiguas y se usaban muchas palabras. Un ejemplo representativo puede ser el siguiente:

1. Coge una de las palancas que hay por los lados
2. Tira de la palanca para abrir la puerta
3. Siéntate en el sitio elegido
4. Tira de la puerta otra vez, esta vez hacia el lado opuesta
5. Ponte el cinturón

En el caso opuesto, otros estudiantes ponían respuestas demasiado cortas. Un ejemplo de ello es el siguiente:

1. Abre
2. Pie dentro
3. Sienta
4. Cierra

Por lo tanto, este tipo de respuestas nos hace plantearnos la necesidad de incidir en la importancia del uso preciso del lenguaje para dar instrucciones.

En cuanto al cuestionario sobre los forenses, las primeras preguntas pretendían demostrar cuanto sabían los alumnos sobre los forenses, ya que la propuesta usa ese contexto para construir el conocimiento. En general, en el aula había un concepto cercano a la definición de forense. Entre todas las respuestas, esta fue en la que más coincidieron los alumnos: *Una persona que investiga casos, inspecciona cuerpos, identifica como muere alguien*. Algunas respuestas aisladas fueron las siguientes: *El que sale en CSI* o también *una especialidad de la medicina*. Asimismo, la mayoría coincidía que un forense sirve para *inspeccionar cadáveres, informar a los investigadores de la causa y hora de la muerte*. Además, algún alumno apuntó que *los forenses sirven para identificar firmas falsas*.

Por otro lado, se destacan que los casos fraudulentos conocidos, relativos a la falsificación de firmas, eran asociados con hechos cotidianos. Por ejemplo, muchos lo asociaron con *la falsificación de la firma de los padres para autorizaciones*, otros con *la falsificación de firmas para cobrar una herencia*, otros con *la falsificación de notas*, e incluso alguno nombró al famoso falsificador estadounidense *Frank*

*Abagnale.* Ninguna respuesta sobre como entrenar a un forense involucraba a la informática. Sin embargo, las respuestas apuntaban a que para entrenarlos se necesitaba que ellos tuviesen más experiencias, más ética profesional o incluso viendo más episodios de CSI. Por último, sobre la ayuda de la informática a los forenses, algunos mencionaron *software para reconstruir cuerpos*, otros de *búsquedas de caras en una base de datos para comparar*, otros mencionaron la necesidad de *guardar informes para luego buscar datos* e incluso algunos mencionaron la necesidad de realizar *programas para reconocer si una firma es original o falsa*.

- b) **Motivación.** Este apartado está compuesto por tres actividades, cuyos resultados se muestran a continuación:

*Práctica forense I.* Por razones de tiempo, esta actividad no fue llevada a cabo en el aula en la experiencia piloto. Sin embargo, las siguientes actividades que pertenecen al apartado de motivación si fueron realizadas.

*Creación de organizadores Previos.* Tras la experiencia, se deduce que la actividad da bastante juego al debate en clase. Por ejemplo, algunos alumnos incluso rebatían las preguntas de otros. Además se hizo pensar sobre el hecho de la necesidad de tener muchos datos para sacar conclusiones más sólidas y consistentes. También la actividad permite un poco de movimiento en el aula. Por ejemplo, para la clave de lectura 6, se seleccionó a un alumno para que saliera a la pizarra y dibujara una firma asiática inventada, lo cual amenizó un poco más esta actividad.

*Práctica forense II.* La tabla 3.1 recoge el resultado de la puntuación media de cada firma. Hay dos tipos de errores que se pueden cometer en la tarea de clasificación:

- i* Una firma real está marcada como sintética (0-4), medida por la Tasa de Falsos Sintético (TFS).
- ii* Una firma sintética es confundida con una firma real (en el rango 6-10), medida por la Tasa de Falso Real (TFR).

### 3. Análisis y discusión de los resultados obtenidos

Firma:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Media:	5.2	1.8	4.3	6.5	2.9	5.3	4.0	5.7	3.9	5.7	5.0	3.1	8.2	1.6

Tabla 3.1: Experimento perceptual de las firmas. Firma Real, Firma sintética

El Error final de Clasificación Medio (ECM) se define como  $ECN = \frac{TFS+TFR}{2}$ . Realizando estos cálculos, se demuestra que un 27% de las firmas fueron clasificadas erróneamente, lo que demuestra que no es obvio reconocer correctamente las firmas. Esta no obviedad fue presentada para aumentar el interés y la motivación por el tema. Al finalizar esta propuesta, los estudiantes estarán en condiciones de realizar ellos mismo este experimento a otras personas usando la base de datos que se generará en clase.

#### c) Plantear Problemas.

*Diseño de un algoritmo en actividad de la vida cotidiana.* Esta actividad no generó ninguna complicación. En los grupos siempre había algún alumno que sabía hacer una tortilla de papas. Con lo cual, la ejecución de la misma se realizó en un ambiente agradable y distendido. Posteriormente, la explicación expositiva referente a la ficha de trabajo 6 tampoco produjo ningún comentario relevante. Para esta explicación se hizo uso de elementos audiovisuales, en concreto del diseño de una diapositiva, la cual se muestra en la ficha de trabajo 6, ap. 2.3.1.3.

*Conversión a pseudocódigo el algoritmo de preparación de una tortilla de papas.* Explicar esta parte en el aula no fue una tarea sencilla. Conceptos de algoritmia como asignación de una cantidad en una variable (por ejemplo:  $i = i + 1$ ) no es algo trivial para alguien que se enfrente por primera vez. En cambio, la explicación de tipos de variables si fue más simple, pues muchos ya tenían el concepto de número entero y número real. Se explicaron esos dos tipos de variables más las variables booleanas (true - false) y las variables tipo cadena de caracteres. Por otro lado, el concepto de bucle fue algo complejo de entender. Se incidió en el tipo de bucle *for*, ya que fue el más fácil de explicar y de aprender. No obstante, el uso de este tipo de bucles es reforzado en otras actividades de la estrategia.

*Diseño de una firma maestro.* Esta actividad concluyó con el diseño personal de las trayectorias de las firmas de cada alumno. En el anexo B se encuentran algunas imágenes de firmas realizadas por los alumnos. La explicación de este apartado no entrañó dificultad para los alumnos y fue motivador para ellos.

Se detectaron que algunos alumnos realizaban diseños de esqueletos de firmas muy complejos. A estos hubo que ayudarles a que realizaran firmas simples y creíbles. Otros, en cambio, no conseguían realizar firma muy creíbles. Sin embargo, en general, los diseños de la trayectoria de las firmas fueron originales y bastante reales.

### 3.3 Resultados en la fase de reestructuración de ideas

#### a) Generación de firma genuina de referencia.

*Actividad en grupo.* Esta actividad se realiza en grupos con la finalidad de que entre los mismos alumnos surja la ayuda necesaria para avanzar en el proceso de aprendizaje.

Esta actividad fue entregada al profesor. La mayoría de los grupos entregaron bien el algoritmo y completo. Aunque en general los grupos recibieron mucha ayuda, pues estos conceptos, a este punto de la propuesta, son todavía difíciles de asimilar. En cambio, una minoría si pudo entender y aplicar estos conceptos de manera autónoma sin mucha ayuda. De todos modos, la corrección de los ejercicios sirve para que el profesor entienda a que nivel se encuentra los alumnos.

*Actividad individual (I).* Inicialmente se les pidió a los alumnos realizar un algoritmo en grupos de 3 - 4 personas (ficha de trabajo 9). Posteriormente, se les pidió realizar otro algoritmo muy parecido al que habían hecho en grupo. Todos estos algoritmos fueron entregados al profesor para corregirlos y detectar si el aprendizaje colaborativo fue efectivo o no. En algunos casos, algunos alumnos que pertenecían a los grupos que habían entregado correctamente el algoritmo, no lograron realizar el algoritmo individual. Por el contrario, alumnos que pertenecían a grupos que entregaron el algoritmo correctamente, si fueron

capaces de realizar individualmente el algoritmo pedido. En conclusión, esta actividad no fue concluyente para demostrar la potencia del trabajo colaborativo. Sin embargo, debido a experiencias previas, la propuesta apuesta por potenciar esta estrategia.

*Actividad individual (II).* Por razones de tiempo esta actividad no fue desarrollada en el proyecto piloto. Sin embargo, vista la complejidad que requiere el proceso de enseñanza de esta unidad didáctica, se recomienda encarecidamente trabajar esta ficha de trabajo en el aula.

- b) **Parámetros de una firma.** Esta actividad generó bastante debate en clase: cuando algún alumno comentaba algo erróneo, al momento otro alumno solía dar otra opinión. Se pretendió que los alumnos razonaran las respuestas que daban. Al finalizar la actividad, como faltaban algunas variables por descubrirse, hubo que improvisar y se proyectó la imagen de una firma sintética como pista para adivinar las variables que faltaban, especialmente, variables relacionadas con el tipo de bolígrafo.

### 3.4 Resultados en la fase de aplicación de ideas

- a) **Programación Algorítmica.** En el aula de informática ha sido imposible instalar el software Matlab para programar. El sistema de gestión del instituto impedía instalar programas sin pasar por un proceso complejo y lento de peticiones de permisos a ciertos estamentos. Este proceso se dilata en el tiempo aún más cuando el software no está recogido en los servidores Medusa, como fue el caso de la puesta en práctica de esta propuesta. Afortunadamente, esta prueba piloto se ha podido completar gracias a que los alumnos han traído los ordenadores portátiles personales al aula y han realizado en ellos la parte práctica de la presente propuesta.

Ciertamente este hecho llegó a hacer una incomodidad que se supera con el beneficio de tener en los ordenadores personales el Matlab. Esto les permitirá explotarlo y experimentar cuando y como ellos quieran.



Figura 3.2: Correos electrónicos recibidos con las tareas a evaluar por los alumnos de clases.

La propuesta pretende que los alumnos lleguen a ser conscientes de la necesidad de *algo* que resuelva problemas. Siendo ese *algo* los algoritmos. En caso contrario, el proceso de aprendizaje se convertiría en ideas sueltas e inconexas. Según los resultados anónimos, tras esta propuesta, algunos alumnos no llegaban a ser capaces de dar una definición aceptable a la pregunta *¿Qué es un algoritmo?* Por lo tanto, se concluye que se debe hacer hincapié en la capacidad de dar respuesta a esta cuestión, mediante un lenguaje cercano al de ellos.

Finalmente, como indicador adicional para evaluar esta parte de la asignatura, los alumnos envían a través del correo electrónico las imágenes de firmas programadas. Asimismo, envían el algoritmo realizado para la generación de dichas firmas. La imagen recogida en la Fig. 3.2 muestra mi bandeja de entrada con los correos de los alumnos para su posterior evaluación. Con el fin de preservar la intimidad, se han emborronado los nombres de los alumnos.

- b) Incidencias medioambientales.** Esta actividad se realizó en parejas, con el fin de acelerar su resolución. Con el resultado obtenido tras los cálculos oportunos, los estudiantes pudieron entender el respeto causado al medio ambiente si se realizan bases de datos sintéticas. Las bases de datos de firmas manuscritas,

desde el punto de vista informático, tienen utilidad cuando las imágenes son correctamente digitalizadas. El ahorro de tiempo y de folios ha sido palpable por los alumnos con esta actividad, acrecentando su motivación.

- c) **Tratamiento de imagen.** En el proyecto piloto no dio tiempo realizar esta actividad en el aula.

### 3.5 Resultados en la fase de revisión del cambio de conocimientos

- a) **Diagnostico final.** El último día de clase los alumnos volvieron a rellenar el mismo cuestionario que se usó como Diagnóstico Inicial. En general, se detectó que las respuestas eran más completas y más orientadas al uso de los algoritmos como ayuda para aplicaciones forenses. Muchos daban respuestas acertadas a la pregunta ¿Qué es un algoritmo? Por ejemplo, se destacan las siguientes: *Instrucciones básicas para realizar una función, secuencias lógicas capaces de dar instrucciones a un ordenador, órdenes lógicas y ordenadas que se le da a una máquina, Instrucciones básicas para que un ordenador realice una tarea.*

En cuanto a la pregunta de si los alumnos conocían alguna aplicación informática diseñada por algoritmos, los alumnos no introdujeron grandes novedades a las expuestas en el diagnóstico inicial. Como tampoco se introdujo novedad a la pregunta de si se conocía algún aparato que funcionase mediante un procedimiento algorítmico. Ello es debido a que en el diagnóstico inicial las respuestas de estas preguntas fueron acertadas.

Las instrucciones sobre la pregunta relativa a las instrucciones para que un copiloto se suba al coche y el piloto pueda arrancar, son menos ambiguas en esta actividad, suelen ser más completas y con más detalles. Como efecto negativo, no suelen ser del todo óptimas y con un lenguaje económico. Un ejemplo realizado por un alumno muestra a continuación:

1. Primero se necesita una llave, un coche y una persona
2. Abres la puerta poniendo la mano encima del mango exterior

3. Tiras hacia afuera el mango y entras
4. Cierras la puerta y pones la llave dentro de su sitio (“cerradura”)
5. Giras la llave y enciendes el coche
6. Conduces girando el volante y pisando el pedal

Sobre los forenses, algunas de las respuestas relativas a cómo podría entrenarse un forense para ser mejor forense involucraban a la informática, por ejemplo: *Estudiando informática y haciendo pruebas reales, haciendo algoritmos en pseudocódigo*. Aunque pueden no ser acertadas del todo, se ha despertado la idea de que la programación informática ayudaría a mejorar la carrera forense.

En cuanto a la informática como ayuda forense se destacan respuestas como: *Haciendo algoritmos en pseudocódigo, haciendo programas informático, creando firmas sintéticas para que los forenses reconozcan si son falsas o no, podrían simplificar sus procesos de investigación, sabiendo si algo es falso o no más rápidamente*.

**b) Propuestas de mejora.** De acuerdo a las características del centro y de los alumnos, ha sido posible completar la propuesta en el período de prácticas. Se proceden a analizar las propuestas realizadas por los alumnos.

En cuanto a la experiencia en la fase de orientación, se ha demostrado el interés y la motivación de los estudiantes por el tema. El clima motivador conseguido en el aula ha favorecido a aceptar la propuesta. Por otro lado, debido a las impresiones y comentarios por parte de los alumnos, algunas preguntas relativas al cuestionario inicial fueron suprimidas, otras fueron introducidas y algunos enunciados fueron cambiados en la versión final.

En la fase de obtención de ideas hay una actividad que trata de convertir la receta de una *tortilla de papas* desde un lenguaje natural a un lenguaje algorítmico. Esta es la primera aproximación a la lógica algorítmica y al lenguaje en pseudocódigo que los alumnos tendrán. Debido a ello, en la aplicación práctica se emplearon más sesiones de las estimadas. Ya que esto fue criticado, se ha reconsiderado la duración de la actividad y el completar estos conceptos con otras actividades (ver el apartado 2.3.2.1).

### 3. Análisis y discusión de los resultados obtenidos

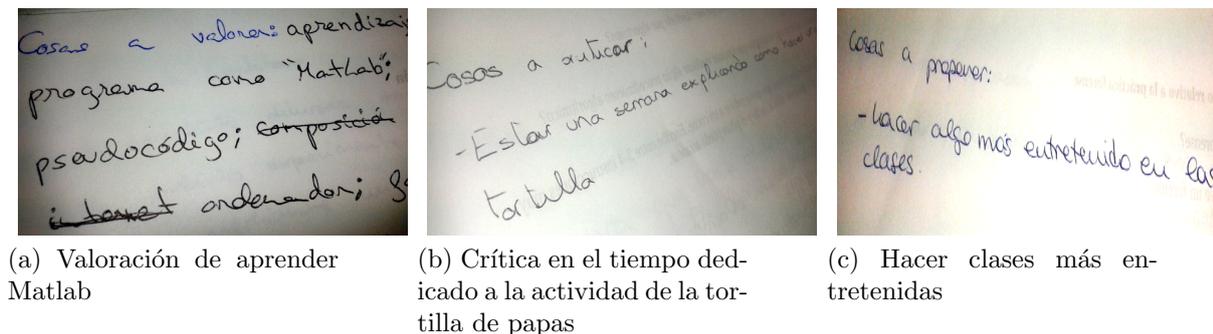


Figura 3.3: Propuestas de mejora

Un alumno criticó que el tema no se empezó con conocimientos básicos. A pesar del esfuerzo por tratar de conocer la estructura cognitiva de los alumnos, no fue sencillo llevar un método constructivista estricto en la puesta en práctica de la propuesta. Si bien es cierto, explicar programación informática es un todo un reto, ya que es una tarea compleja.

Algunos alumnos proponían realizar clases más entretenidas y menos repetitivas. Las clases repetitivas se deben a que hubo un único tema o proyecto: programar imágenes de firmas manuscritas. Ello es debido a que el tipo de aprendizaje basado en proyecto propició que todos los ejemplos de la programación estuviesen enfocados a lograr el objetivo de la propuesta.

Los alumnos valoraron el aprendizaje de la herramienta *Matlab* como punto de partida para la programación<sup>1</sup>. Otros valoraron el descubrir una parte de la informática que no se conocía, como es la programación informática, especialmente la implementación de los algoritmos en pseudocódigo en los ordenadores. También se valoró conseguir una base en la programación informática. Esto último es de especial utilidad para la mayoría de alumnos, los cuales dirigirán sus estudios hacia grados relacionados con la ingeniería. Finalmente, la Fig. 3.3 presenta tres respuestas representativas dadas por tres alumnos diferentes.

<sup>1</sup>En las conclusiones se detallan más ventajas sobre el uso de *Matlab*

# Conclusiones

---

**Resumen:** Las conclusiones más relevantes de este Trabajo Final de Máster son mostradas a continuación. Ellas han sido obtenidas, principalmente, de la puesta en práctica del conjunto de actividades que conforma la estrategia propuesta de innovación docente.

El presente documento presenta una propuesta de innovación metodológica para la enseñanza/aprendizaje de la programación informática. Esta propuesta se encaja dentro del currículo *Tecnologías de la Información y la Comunicación*, materia optativa de 2º de Bachillerato del área científico - técnico.

Esta propuesta anima a los alumnos a resolver un problema mediante la programación informática: Generar imágenes de firmas manuscritas. Se ha propuesto una estrategia de enseñanza/aprendizaje a realizar en el aula combinando cuatro factores importantes: la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente. Siguiendo una metodología para construir el conocimiento, se pretende que los alumnos consigan adquirir los conocimientos, habilidades y competencias básicas en la programación informática.

Esta propuesta ha tratado de trabajar la importancia del lenguaje natural, preciso y económico, para describir la resolución de una actividad; la conversión del lenguaje natural a lenguaje algorítmico en pseudocódigo; acabando con la implementación de la solución en el ordenador y su correcta ejecución.

Aprovechando el período de prácticas del máster, se ha realizado un proyecto piloto de la propuesta con los alumnos de 2º de Bachillerato del grupo A del IES Politécnico

#### 4. Conclusiones

de Las Palmas. Esta experiencia ha enriquecido la propuesta aportando nuevas ideas, mejoras y valoraciones a la propuesta inicial.

En consecuencia, las conclusiones más relevantes de dicho trabajo son las siguientes:

1. Enseñar programación informática es un reto arduo y puede llegar a frustrar tanto al docente como a los alumnos. En muchos centros donde se imparte la asignatura *Tecnologías de la Información y la Comunicación* no se trabaja la unidad didáctica referida a los lenguajes de programación.
2. Con esta propuesta se ha detectado una alta motivación de los alumnos para resolver, desde el principio hasta el final, el problema planteado. En la fase inicial, muchos alumnos aportaban ideas y debatían con facilidad, demostrando así que se despertó el interés por la cuestión desde el inicio.
3. Muchos alumnos de 2º de Bachillerato no tienen vestigios de lo que es la informática. Muchos fracasos tempranos en el grado de informática surgen cuando los alumnos se dan cuenta de que la informática no se reduce a la ofimática o al diseño asistido por ordenador. Esta propuesta permite acercar la ciencia de la computación a través del diseño de algoritmos
4. La propuesta trata de reorganizar la manera cognitiva de los alumnos adaptándola a la resolución de problemas algorítmicos. Es decir, que los alumnos sean capaces de organizar mejor las instrucciones de una tarea economizando el lenguaje natural y siendo más precisos.
5. Una parte compleja es tratar de traducir un código de lenguaje natural a lenguaje algorítmico. En la propuesta se introducen los tipos de variables más básicos para diseñar programas simples. Asimismo, también se introducen los bucles, haciendo énfasis en el bucle tipo *for*, debido a que fue el más sencillo de entender. La propuesta pretende encadenar estos conceptos para empezar a diseñar algunos algoritmos simples en pseudocódigo.
6. El currículo pide que los alumnos lleven a la práctica lo aprendido en la teoría, es decir, implementar algoritmos simples diseñados previamente en pseudocódigo.

Realizar esto implica resolver errores de compilación. Sin una parte práctica, esta destreza es bastante improbable adquirirla. Por ello, los alumnos tuvieron que enfrentarse a la resolución autónoma de errores simples de compilación. La mayoría de los compiladores envían sus mensajes de error en inglés, incrementando así la complejidad en la comprensión de dichos mensajes. Esta práctica refuerza la *Competencia Aprender a aprender (CPAAP)* y de *Autonomía e Iniciativa Personal (AIP)*.

7. Para potenciar el trabajo colaborativo, una de las actividades de la propuesta propone realizar un algoritmo en pseudocódigo en grupos de 3 a 4 personas. Posteriormente, los alumnos individualmente han de realizar un algoritmo parecido al anterior. Se pretende manifestar que el trabajo colaborativo ayude a adquirir la competencia del arte en diseñar algoritmos sencillos. Esta parte no ha sido concluyente en la puesta en práctica que se realizó. Sin embargo, ya que otros trabajos demuestran los beneficios del trabajo colaborativo [37, 38, 39], su beneficio es bastante previsible.
8. De los posibles compiladores explorados (ADA, C, C++, java y FORTRAN), se ha elegido el lenguaje de Matlab, ya que es de alto nivel y uno de los más similares al pseudocódigo. Esto facilita la creación de un programa sencillo y su correcta ejecución. Realizar y ejecutar un programa informático en el ordenador es una tarea compleja, que puede llegar a ser una fuente de frustración y de odio. El proyecto piloto ha demostrado que si el docente asegura que los estudiantes muestren por pantalla al menos una imagen, el alumno acrecentará su autoconcepto y confianza en si mismo, motivándolos a seguir programando.
9. Es de interés permitir que el alumno pase por la experiencia de enfrentarse a la resolución de errores de programación, ayudándolo a que él mismo pueda salir de ella. Afortunadamente, el compilador de Matlab ofrece ayuda mediante mensajes de error que envían al alumno a la línea de código que es errónea. Esto ayuda al nuevo estudiante a prestar atención en el lugar del fallo y a tratar de resolverlo

#### 4. Conclusiones

exitosamente. En Internet hay mucha información sobre Matlab<sup>1</sup>, permitiendo así, desarrollar la búsqueda autónoma del alumno sobre fallos o curiosidades. Con lo cual, Matlab es una herramienta útil para desarrollar las competencias básicas asociadas a la unidad didáctica tratada.

10. Matlab es una herramienta matemática que ofrece una gran potencia mucho mayor de la necesaria para abordar esta propuesta. La estrategia presentada no está dirigida a aprender Matlab, sino a conocer su existencia, la posibilidad que ofrece y a programar siguiendo su lenguaje propio.
11. Matlab ofrece unas ventajas colaterales interesantes para los alumnos de 2º de Bachillerato. Desarrollando la habilidad de consultas exitosas en Internet, será posible, de manera autónoma, explorar otras funcionalidades de ayuda para asignaturas tales como Matemáticas y Física. Matlab permite representar gráficas de manera sencilla: funciones polinómica de grado  $k$ , logarítmicas, etc. Además, debido a que Matlab permite operar con variables simbólicas, los alumnos pueden comprobar y resolver integrales y derivadas paso a paso. Este hecho es un apoyo para sus futuros estudios.
12. Otros objetivos del currículo de la asignatura son trabajados con esta propuesta como son: *6. Utilizar aplicaciones informáticas específicas de las materias cursadas en el Bachillerato como mejora de la productividad* o bien *8. Fomentar el autoaprendizaje como elemento fundamental para seguir la evolución informática, mediante la búsqueda de información y el uso de plataformas de teleformación* (ver apartado 1.5 en la memoria).
13. Llegar a implementar algoritmos sencillos en la materia de *Tecnologías de la Información y la Comunicación* permite mostrar a los alumnos una dimensión de la programación informática que, según la experiencia de la prueba piloto, casi ninguno conocía previamente. Por ello, se pone en valor que la propuesta logre realizar un programa informático: desde la necesidad de hacerlo, pasando por su diseño en papel, hasta finalizar con la implementación sin errores en el ordenador.

---

<sup>1</sup>Recomendación: comunidad de usuarios de Matlab [www.mathworks.es](http://www.mathworks.es)

# Anexos



# Material didáctico complementario a las fichas de trabajo

---

## A.1 Práctica Forense I

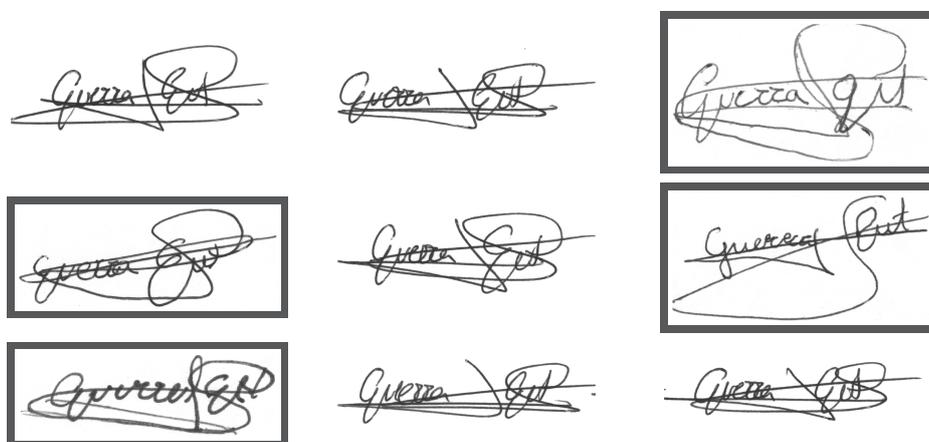


Tabla A.1: Grado Forense Principiante



Tabla A.2: Grado Forense Medio

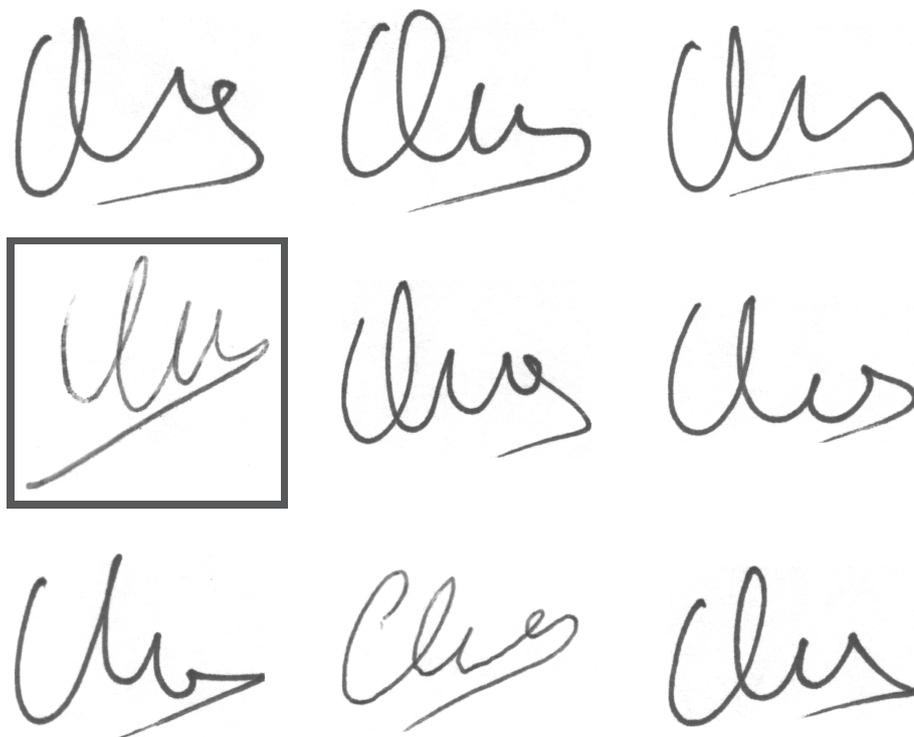


Tabla A.3: Grado Forense Profesional

## A.2 Práctica Forense II

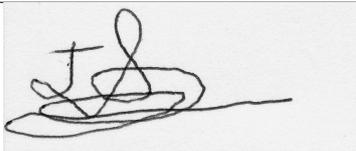
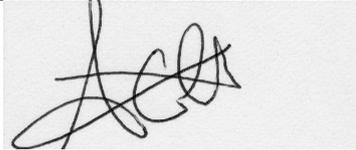
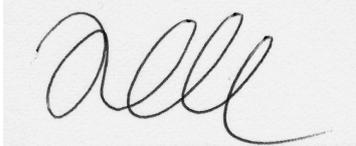
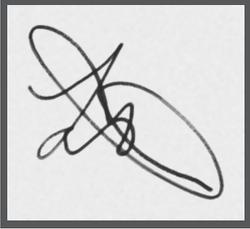
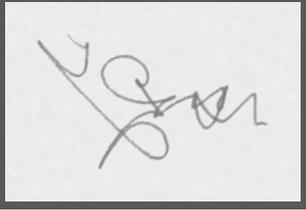
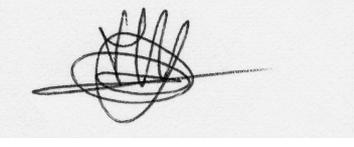
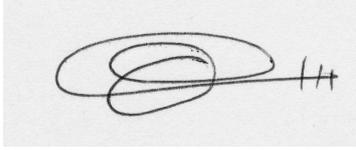
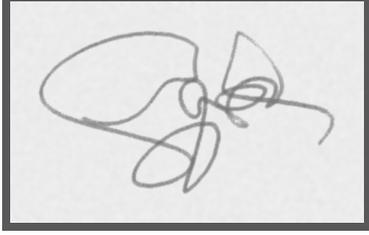
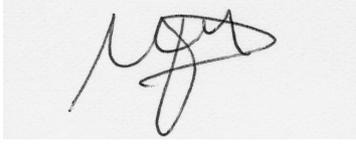
# N°.	Firma	Grado
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

Tabla A.4: Grado (0-10): 0 Sintético – 10 Real

A. Material didáctico complementario a las fichas de trabajo

# N°.	Firma	Grado
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

Grado (0-10): 0 Sintético – 10 Real

# N°.	Firma	Grado
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		

Grado (0-10): 0 Sintético – 10 Real

## A.3 Creación de organizadores Previos

**Tecnologías de la Información y la Comunicación**  
**Curso: 2º de Bachillerato - A**  
**Lectura de Artículo científico: “Generación de síntesis de firmas on-line. Parte 1: Metodología y Algoritmos.”**

---

ARTICLE IN PRESS

Pattern Recognition ■■■■■ ■■■■■ ■■■■■

---



ELSEVIER

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

**Pattern Recognition**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/pr](http://www.elsevier.com/locate/pr)



---

**Synthetic on-line signature generation. Part I: Methodology and algorithms**

Javier Galbaly <sup>a,\*</sup>, Réjean Plamondon <sup>b</sup>, Julian Fierrez <sup>a</sup>, Javier Ortega-Garcia <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Biometric Recognition Group - ATVS, EPS, Universidad Autónoma de Madrid C/ Francisco Tomas y Valiente 11, 28049 Madrid, Spain  
<sup>b</sup> Laboratoire Scribens, Dép. de Génie Électrique, École Polytechnique de Montréal 2900 Boulevard Edouard-Montpetit, Montréal, QC, Canada H3T 1J4

---

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received 9 September 2010 Received in revised form 28 October 2011 Accepted 10 December 2011</p> <p><i>Keywords:</i> On-line signature Synthetic generation Spectral analysis Kinematic Theory of rapid human movements Sigma-Lognormal model Biometric recognition</p>	<p>The theoretical framework and algorithms of a novel method for the generation of synthetic on-line signatures are presented. This model-based approach combines the spectral analysis of real signatures with the Kinematic Theory of rapid human movements in order to generate totally synthetic specimens. Two different algorithms are also described in order to produce duplicated samples from the synthetic master signatures, so that the generation scheme as a whole is able to produce in a complete automatic fashion huge synthetic databases. Typical examples of synthetic specimens are presented to highlight their human-like appearance. The validation protocol and the test results are presented and discussed in a companion paper.</p> <p style="text-align: right;">© 2011 Elsevier Ltd. All rights reserved.</p>

---

“El Acceso automático de las personas a los servicios es cada vez más importante en la era de la información. Esto ha conducido a la creación de un nuevo campo tecnológico conocido como reconocimiento biométrico, o simplemente biometría. El objetivo básico de la biometría es discriminar automáticamente entre los sujetos de una manera fiable y de acuerdo con algún objetivo de la aplicación basada en una o más señales derivadas de los rasgos físicos o de comportamiento, tales como huellas dactilares, la cara, iris, la voz, escritura o firma.

Uno de los grandes retos que esta tecnología de seguridad relativamente nueva tiene que enfrentar, es la necesidad permanente para la recopilación de nuevos datos que permitan la evaluación objetiva y estadística del desempeño de los sistemas de reconocimiento biométrico.

70

En este contexto, un elemento clave para el desarrollo de aplicaciones biométricas es la disponibilidad de las bases de datos biométricas. Para cumplir con esta necesidad de nuevos datos y de estadística significativa, en los últimos años esfuerzos importantes en la forma de cooperativa de proyectos nacionales e internacionales se han dedicado a la adquisición de grandes conjuntos de datos multimodales (es decir, que comprende diferentes rasgos biométricos de los mismos usuarios).

Sin embargo, la adquisición de datos biométricos correspondientes a una población grande de individuos, junto con la presencia deseable de variabilidad de cada característica biométrica (es decir, de múltiples sesiones, sensores múltiples de adquisición, la calidad de señal diferentes, etc), hace que la recolección de base de datos sea un proceso lento, caro y complicado, en el que se necesita un alto grado de cooperación de los donantes. Además, las cuestiones jurídicas relativas a la protección de datos son controvertidas y hacen que intercambiar y distribuir datos biométricos de los diferentes grupos de investigación o industrias sea un proceso muy tedioso y difícil.

Además, estas restricciones legales han empujado a cada laboratorio de investigación a adquirir sus propios datos de la evaluación, en vez de estimular la generación de puntos de referencia comunes para comparar el rendimiento de los algoritmos de reconocimiento diferentes de una manera justa. [...]

En este contexto, debido a las dificultades relacionadas con la adquisición de bases de datos y los obstáculos legales para su distribución gratuita, en los últimos años diferentes iniciativas han sido llevadas a cabo dentro de la comunidad científica biométrica para generar bases de datos de rasgos totalmente sintéticos. Estas bases de datos sintéticos presentan las ventajas de: (i) ser fácil de producir (una vez que el algoritmo de generación ha sido desarrollado), (ii) que no tengan restricciones de tamaño (en términos de sujetos y las muestras por sujeto) de que automáticamente se produce a partir de un ordenador, y (iii) no ser sometido a los aspectos jurídicos, ya que no incluyen los datos de cualquier usuario real. [...]

Sin embargo, a pesar de sus ventajas y posibles aplicaciones, la generación de datos biométricos realistas sintéticos representa todavía un problema de reconocimiento de patrones muy complejo: el modelado de la información contenida en un rasgo biométrico determinada, así como la variación inter-e intra-clase se encuentran en bases de datos reales (es decir, la variación entre muestras de diferentes temas, y la variación entre muestras de un mismo tema).

En este trabajo se aborda el problema de la generación de bases de datos sintéticas de tipo humano on-line de firmas manuscritas.

Aunque la metodología es general, las muestras artificiales producidas consisten en seguir el patrón de las llamadas firmas occidentales que consisten típicamente de izquierda a derecha, texto escrito a mano concatenado y alguna floritura (en oposición a otros tipos de firmas que consiste en símbolos independientes, tales como las firmas asiáticas).

El enfoque totalmente automático propuesto para la generación de firmas sintéticas comprende dos etapas sucesivas: en la primera, una firma maestro correspondiente a un individuo sintético. [...] En el segundo paso, la firma maestro se utiliza para generar las diferentes muestras de ese mismo sujeto sintético (es decir, en esta segunda etapa se genera un número de muestras para cada usuario). [...]” (*Parte de la introducción del citado artículo*).



## A.4 Conversión de lenguaje natural a lenguaje pseudocódigo

Lenguaje Natural	Pseudocódigo
Inicialización de variables	
2 vasos de aceite (1/2 litro) sal 8 huevos 6 papas	float aceite = 0.5; float sal = 0.2; int huevo = 8; float papas = 6;
Variables extras	
	int i = 0; bool vitroceramica = false; float sartén = 0.0 int colador = 0; float bol = 0.0; float temperatura = 0; bool papa.frita = false; bool gusto = false;
Procedimiento	
Se lavan las papas una vez peladas, y se secan con un paño; se parten en dos a lo largo y después se cortan en láminas finitas.	Para i de uno a papas pelar papa <sub>i</sub> ; lavar papa <sub>i</sub> ; secar con un paño papa <sub>i</sub> ; partir en dos la papa <sub>i</sub> ; cortar en láminas la papa <sub>i</sub> ; Fin para
Se pone el aceite en la sartén a calentar y se fríen las patatas,	sartén = aceite; vitrocerámica = true; Repetir Leer temperatura Si temperatura > 25 sartén = papas + sartén; end mientras(temperatura <= 25)
moviéndolas de vez en cuando y echándoles un poco de sal. Una vez fritas (más o menos doradas, según gusten),	mientras(papa.frita == false) Leer papa.frita; mover papas; sartén = sartén + sal; Fin mientras vitrocerámica = false;

Tabla A.5: Conversión de un algoritmo de lenguaje natural a pseudocódigo. Parte I.

Lenguaje Natural	Pseudocódigo
se separan y se ponen a escurrir en un colador grande.	colador = papas;
Aparte se baten los huevos con tenedor muy fuerte 3 minutos; se pone un poco de sal; en el mismo plato de los huevos se echan las patatas y se mueven con un tenedor.	Para i de 1 a huevos bol = huevo <sub>i</sub> ; Fin para bol = sal/4 + bol; Remover muy fuerte 3 minutos; bol = bol + papas; mover con tenedor;
En una sartén grande se ponen 3 cucharadas soperas de aceite para que sólo cubra el fondo.	sartén = aceite/10;
Cuando está caliente se vierte la mezcla de huevos y patatas.	vitrocerámica = true; Repetir Leer temperatura; Si temperatura > 25 sartén = papas + sartén; end mientras (temperatura <= 25) sartén = huevos + papas + sartén;
Cuando se vea que está bien despegada y dorada (esto depende del gusto de cada cual), se pone una tapadera encima, se vuelca la sartén y se escurre suavemente la tortilla otra vez en la sartén. Cuando esté cuajada (a gusto) se pasa a una fuente redonda y se sirve.	Mientras (gusto == false) Leer gusto Fin Mientras; Dar vuelta a la tortilla en la sartén Mientras (gusto == false) Leer gusto Fin Mientras; Servir tortilla en un plato.

Tabla A.6: Conversión de un algoritmo de lenguaje natural a pseudocódigo. Parte II.

Nótese que este algoritmo en pseudocódigo no está optimizado. Ha sido diseñado de manera que el alumno pueda comprender los conceptos básicos de la algoritmia.

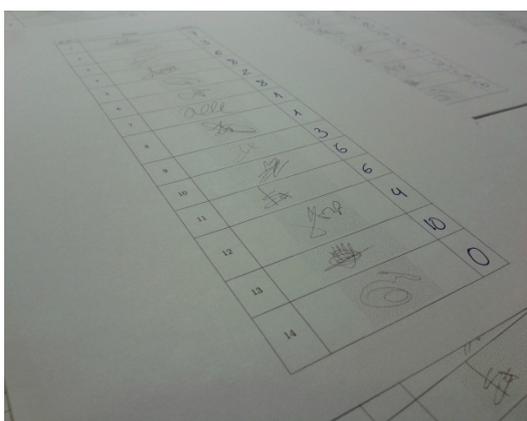


---

## Anexos B

# Fonoteca

---



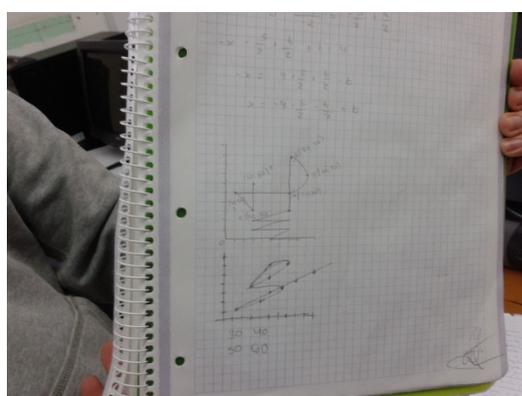
Práctica forense



Alumnos trabajando



Diseño manual de la firma (i)

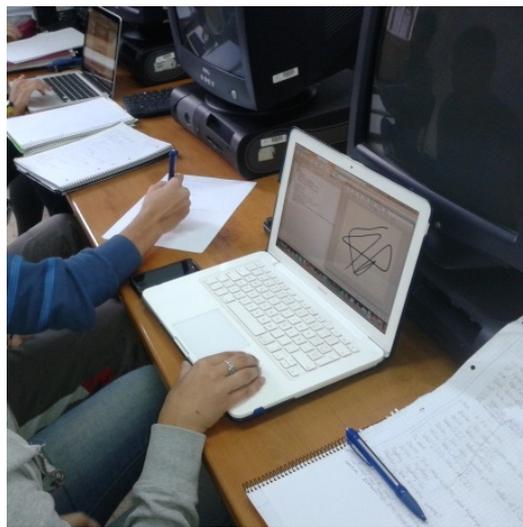


Diseño manual de la firma (ii)

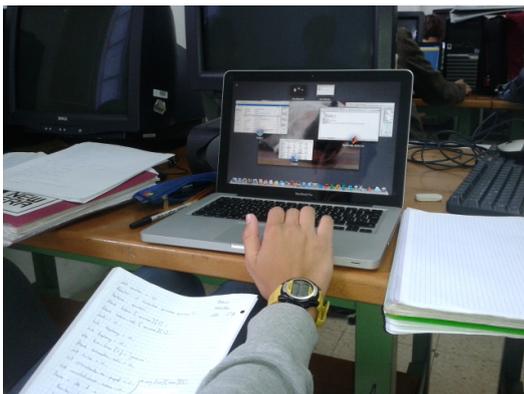
*Con el fin de proteger la privacidad, se han emborronado las caras de los alumnos*



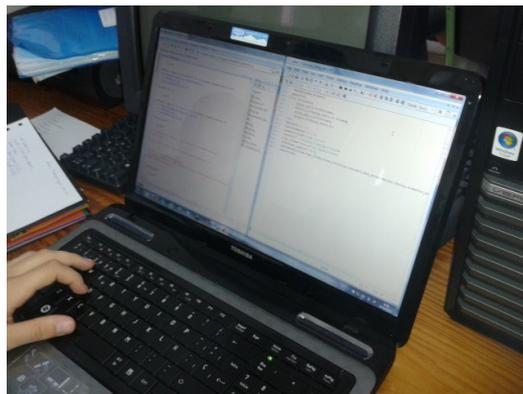
Explicación en la pizarra



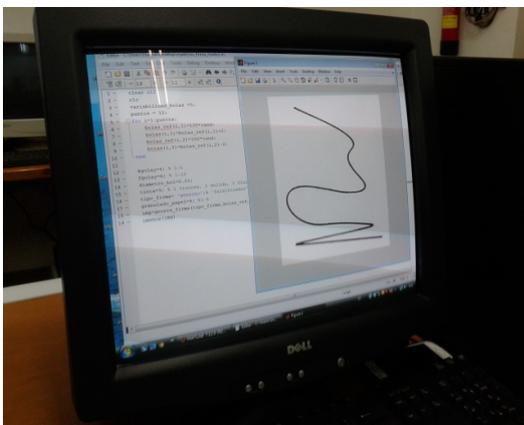
Alumno trabajando en MAC (i)



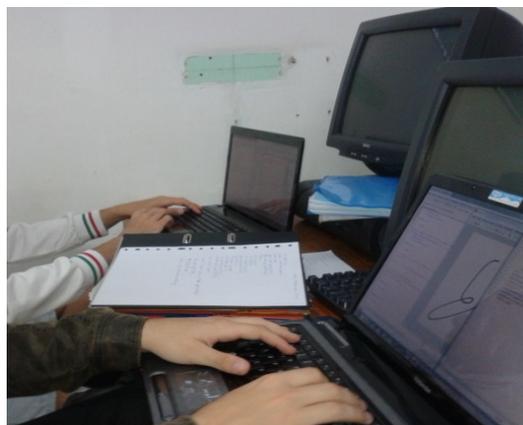
Alumno trabajando en MAC (ii)



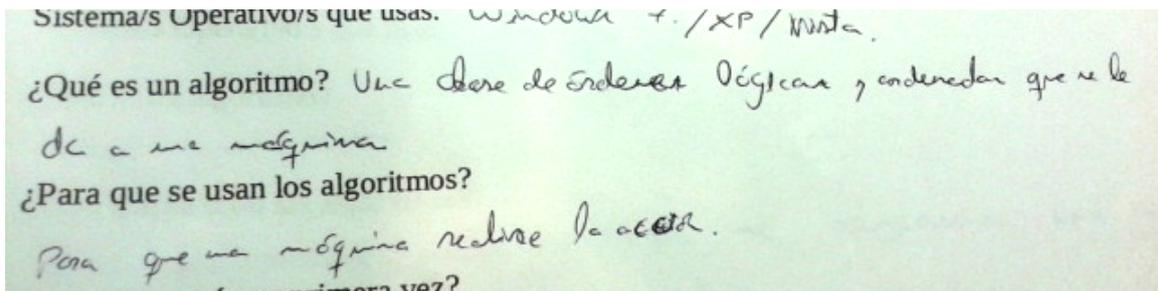
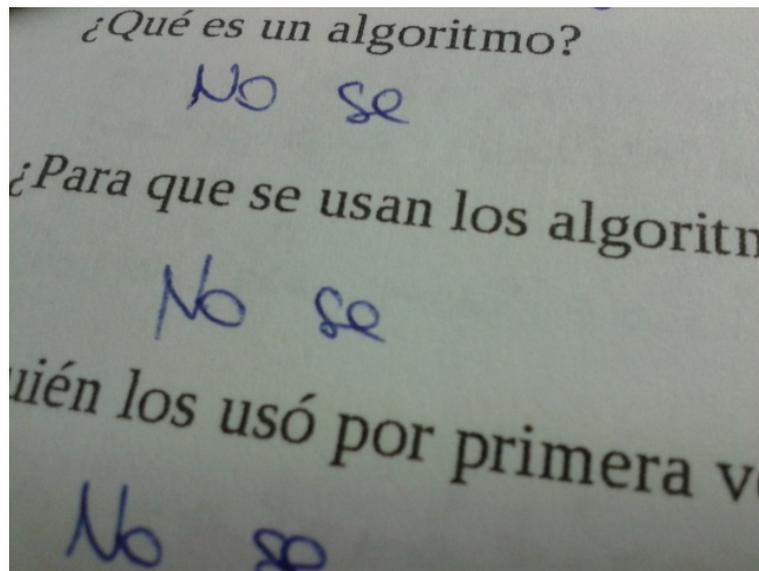
Alumno trabajando en Windows



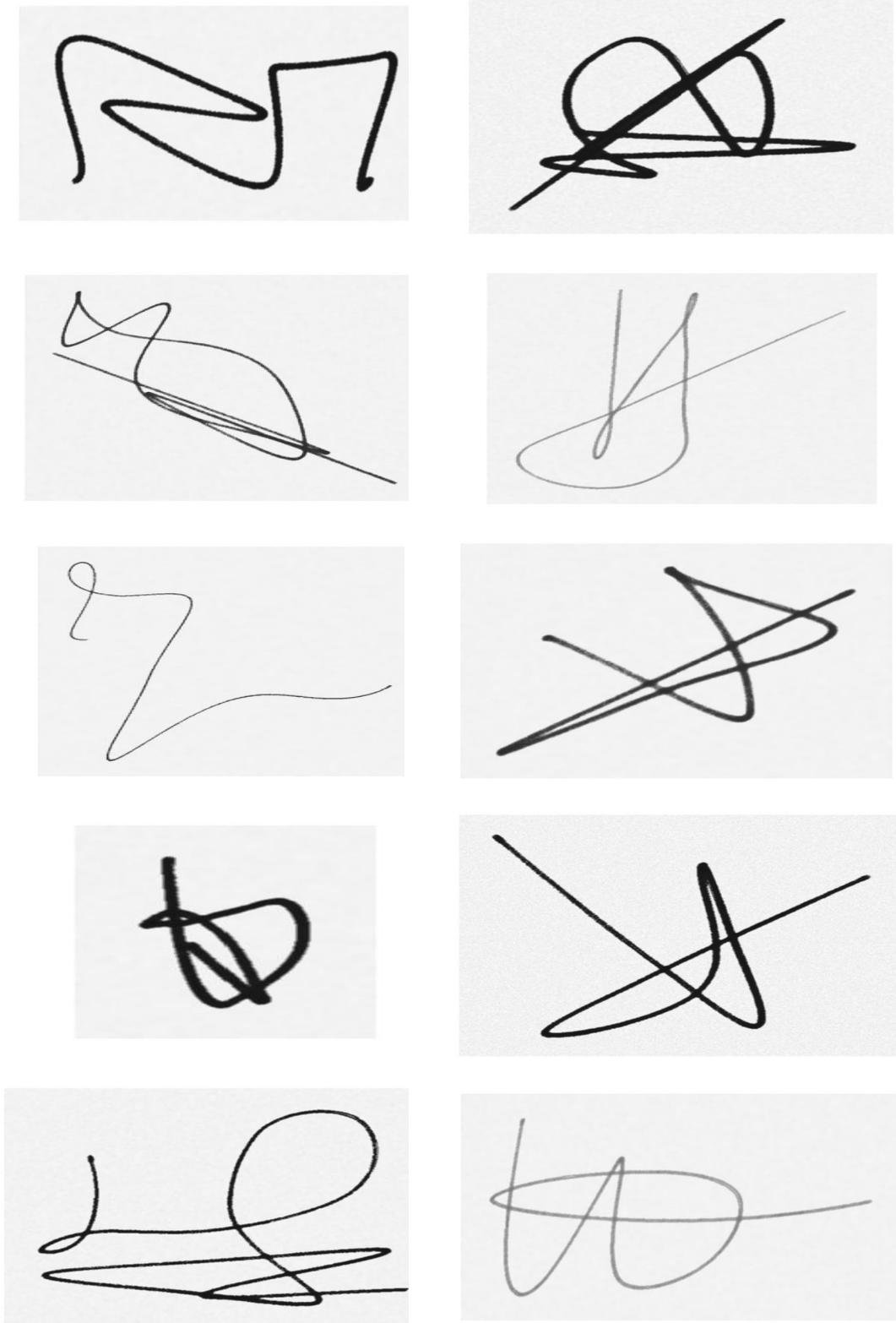
Diseño de una firma por ordenador



Alumnos realizando las actividades



Misma pregunta y diferentes respuestas al inicio y al final de la Unidad



Ejemplos de imágenes de firmas realizadas por los alumnos.

# Bibliografía

---

- [1] Guía del trabajo fin de máster 2012 - 2013. <http://www.ffp.ulpgc.es/desktop/pdfs/5ytxDKws3rbU4P9K.pdf> [consulta: 5 junio 2013].
- [2] Maurice Debesse and Gaston Mialaret. *Psicología de la educación*, volume 1. Tratado de ciencias pedagógicas, 1974.
- [3] Cindy E. Hmelo-Silver. Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3):235–266, September 2004.
- [4] Schmidt G., Rotgans J., , and Yew E. The process of problem-based learning: what works and why. *Medical Education*, 45:792–806, 2011.
- [5] Woei Hung. Theory to reality: a few issues in implementing problem-based learning. *Educational Technology Research and Development*, 59(4):529–552, 2011.
- [6] A. Hernández, R. Lacuesta, and C. Catalán. Teruel innova: aplicación del método de aprendizaje basado en problemas bajo un enfoque interdisciplinar en ingeniería técnica en informática de gestión. *Documento de Trabajo*, 2005.
- [7] J. Alcober, S. Ruiz, and M. Valero. Evaluación de la implantación del aprendizaje basado en proyectos en la epsc (2001-2003). In *XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Vilanova i la Geltrú*, 2003.
- [8] Zulma Cataldi, Nancy Figueroa, Fernando Javier Lage, and J. Denazis. Experiencias para mejoramiento del proceso de aprendizaje en asignatura inicial de la carrera ingeniería informática. aprendizaje basado en problemas y trabajo en gru-

## BIBLIOGRAFÍA

- pos. In *VIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, pages 1077–1088, 2002.
- [9] David Ausubel. In defense of advance organizers: a reply to the critics. *Review of Educational Research*, 48(2):251–257, 1978.
- [10] David Ausubel, Joseph Novak, and Helen Hanesian. *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York, EE.UU.: Holt, Rinehart and Winston, 2nd edition, 1978.
- [11] David Ausubel, Joseph Novak, and Helen Hanesian. *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México, D.F.: Trillas, 2nd edition, 1983.
- [12] Iván R. Sánchez. Evaluación de una Renovación Metodológica para un Aprendizaje Significativo de la Física. *Formación universitaria*, 5:51 – 65, 00 2012.
- [13] R Driver. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2):116–119, 1989.
- [14] D. Gil-Pérez. Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2):203, 1993.
- [15] D. Gil-Pérez. Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3):154–164, 1994.
- [16] Orden de 15 de septiembre de 2009, por la que se establecen los currículos de determinadas materias optativas de bachillerato en la comunidad autónoma de canarias para su impartición a partir del curso 2009-2010. [www.gobiernodecanarias.org/boc/2009/189/001.html](http://www.gobiernodecanarias.org/boc/2009/189/001.html) [consulta: 5 junio 2013].
- [17] Decreto 202/2008, de 30 de septiembre, por el que se establece el currículo del bachillerato en la comunidad autónoma de canarias. [www.gobiernodecanarias.org/boc/2008/204/001.html](http://www.gobiernodecanarias.org/boc/2008/204/001.html) [consulta: 5 junio 2013].

- [18] Anexo iv. materias optativas. boc nº 204 de 10 de octubre de 2008. [www.gobiernodecanarias.org/educacion/udg/ord/documentos/curriculo08/Bachillerato/AnexoIVboc101008.doc](http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/udg/ord/documentos/curriculo08/Bachillerato/AnexoIVboc101008.doc)[consulta: 5 junio 2013].
- [19] Real decreto 450/2010, de 16 de abril, por el que se establece el título de técnico superior en desarrollo de aplicaciones multiplataforma y se fijan sus enseñanzas mínimas. [www.boe.es/boe/dias/2010/05/20/pdfs/BOE-A-2010-8067.pdf](http://www.boe.es/boe/dias/2010/05/20/pdfs/BOE-A-2010-8067.pdf) [consulta: 5 junio 2013].
- [20] Orden edu/2000/2010, de 13 de julio, por la que se establece el currículo del ciclo formativo de grado superior correspondiente al título de técnico superior en desarrollo de aplicaciones multiplataforma. [www.boe.es/boe/dias/2010/07/26/pdfs/BOE-A-2010-11888.pdf](http://www.boe.es/boe/dias/2010/07/26/pdfs/BOE-A-2010-11888.pdf) [consulta: 5 junio 2013].
- [21] Real decreto 686/2010, de 20 de mayo, por el que se establece el título de técnico superior en desarrollo de aplicaciones web y se fijan sus enseñanzas mínimas. [www.boe.es/boe/dias/2010/06/12/pdfs/BOE-A-2010-9269.pdf](http://www.boe.es/boe/dias/2010/06/12/pdfs/BOE-A-2010-9269.pdf) [consulta: 5 junio 2013].
- [22] Orden edu/2887/2010, de 2 de noviembre, por la que se establece el currículo del ciclo formativo de grado superior correspondiente al título de técnico superior en desarrollo de aplicaciones web. [www.boe.es/boe/dias/2010/11/11/pdfs/BOE-A-2010-17329.pdf](http://www.boe.es/boe/dias/2010/11/11/pdfs/BOE-A-2010-17329.pdf) [consulta: 5 junio 2013].
- [23] Real decreto 1581/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el título de técnico superior en automatización y robótica industrial y se fijan sus enseñanzas mínimas. [www.boe.es/boe/dias/2011/12/15/pdfs/BOE-A-2011-19530.pdf](http://www.boe.es/boe/dias/2011/12/15/pdfs/BOE-A-2011-19530.pdf) [consulta: 5 junio 2013].
- [24] Orden ecd/102/2013, de 23 de enero, por la que se establece el currículo del ciclo formativo de grado superior correspondiente al título de técnico superior en automatización y robótica industrial. [www.boe.es/boe/dias/2013/02/01/pdfs/BOE-A-2013-1033.pdf](http://www.boe.es/boe/dias/2013/02/01/pdfs/BOE-A-2013-1033.pdf) [consulta: 5 junio 2013].

## BIBLIOGRAFÍA

- [25] M. Simon and R. Forgette-Giroux. A rubric for scoring postsecondary academic skills. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 7(18), 2001.
- [26] Jose María Etxabe Urbieta, Karmele Aranguren Garayalde, and Daniel Losada Iglesias. Diseño de rúbricas en la formación inicial de maestros/as. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*, 4(3):156–169, 2011.
- [27] Manuela Raposo and Esther Martínez. La Rúbrica en la Enseñanza Universitaria: Un Recurso Para la Tutoría de Grupos de Estudiantes . *Formación Universitaria*, 4:19 – 28, 00 2011.
- [28] Jeannette M. Wing. Computational thinking. *Commun. ACM*, 49(3):33–35, March 2006.
- [29] Jeannette M. Wing. Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of The Royal Society*, 336:3717–3725, July 2008.
- [30] Teach children computer programmes. artículo de prensa digital. [www.guardian.co.uk/commentisfree/2012/jan/11/teach-children-computer-programmes](http://www.guardian.co.uk/commentisfree/2012/jan/11/teach-children-computer-programmes) [consulta: 5 junio 2013].
- [31] How to teach code. artículo de prensa digital. [www.guardian.co.uk/teacher-network/2012/jan/10/how-to-teach-code](http://www.guardian.co.uk/teacher-network/2012/jan/10/how-to-teach-code) [consulta: 5 junio 2013].
- [32] Computer science part of english baccalaureate. artículo de prensa digital. <http://www.bbc.co.uk/news/education-21261442> [consulta: 5 junio 2013].
- [33] Computing to become uk’s ”fourth science”. artículo de prensa digital. <http://www.pcpro.co.uk/news/education/379615/computing-to-become-uks-fourth-science> [consulta: 5 junio 2013].
- [34] Computer science part of english baccalaureate. artículo del blog de enrique dans. [www.enriquedans.com/2013/01/la-informatica-se-incorpora-como-ciencia-al-bachillerato-ingles.html](http://www.enriquedans.com/2013/01/la-informatica-se-incorpora-como-ciencia-al-bachillerato-ingles.html) [consulta: 5 junio 2013].

- [35] David Ausubel. *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [36] Miguel A. Ferrer, Moises Diaz-Cabrera, and Aythami Morales. Synthetic off-line signature image generation. In *Biometrics (ICB), 2013 6th IAPR International Conference on*, June 2013.
- [37] Olga Elizabeth Martínez Treviño. *El desarrollo profesional de los docentes de secundaria. Incidencia de algunas variables personales y de actuación profesional*. PhD thesis, Universitat Autònoma de Barcelona (España), 2007.
- [38] Antonia Sagredo Santos, Manuel Francisco Rábano Llamas, and María Luz Arroyo Vázquez. Un proyecto de trabajo colaborativo en los estudios de filología inglesa de la uned. *revista de investigación e innovación en la clase de idiomas*, 18:54–59, 2009.
- [39] Sebastián Ramos Durán and Daniel Sánchez-Guzmán. El cálculo de la fuerza resultante de un par de fuerzas sobre un punto fijo por los estudiantes de secundaria mediante técnicas colaborativas. *Latin-American Journal of Physics Education*, 4(1):1870–9095, 2010.