

Aprendizaje con nuevas tecnologías: una mirada desde la Neurociencia y la Psicología Cognitiva

Christian Machado Trujillo*

Universidad de La Laguna, Departamento de Historia y Filosofía de la Ciencia, la Educación y el Lenguaje, Avda. Trinidad s/n, San Cristóbal de La Laguna, España.

RESUMEN

La incursión masiva de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como herramientas y medios para potenciar los procesos de enseñanza y aprendizaje es la realidad cotidiana de los sistemas educativos y planes de formación. Acorde con un mundo cada vez más avanzado en cuestiones tecnológicas, y con una racionalidad cada vez más tecnócrata, la esfera educativa apuesta firmemente por incluir estas tecnologías que abren un abanico de nuevas posibilidades para enriquecer las metodologías docentes y facilitar el aprendizaje del alumnado. A la luz de este escenario, y de lo aportado desde disciplinas como la Neurociencia y la Psicología Cognitiva, desde la Pedagogía, y, sobre todo, desde la Tecnología Educativa, es vital el estudio de las transformaciones que el uso continuado de estas herramientas tiene sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje, y, en especial, sobre los procesos cognitivos del alumnado. Las herramientas que usamos no solo nos proporcionan la información a trabajar, sino que incluso se convierten en materia de pensamiento y favorecen el desarrollo de unos procesos cognitivos frente a otros, existiendo diferencias notables con el aprendizaje con tecnologías más tradicionales. Si además tenemos en cuenta que su incursión en los sistemas educativos está siendo bastante heterogénea, que las políticas y estructuras educativas tienen en buena medida un carácter decimonónico, y que hay un desfase claro entre las propuestas y avances y la realidad educativa, se hace necesario repensar la cuestión para favorecer una introducción de las TIC que verdaderamente aproveche sus potencialidades educativas.

Palabras clave: neurociencia, plasticidad neuronal, carga cognitiva, TIC, educación, política educativa, tecnología educativa, pedagogía crítica.

1. INTRODUCCIÓN

La realidad cotidiana en la que vivimos aparece teñida por un sinfín de herramientas tecnológicas que han abierto inmensas posibilidades, y que, en muchos ámbitos, nos facilitan una gran diversidad de comunicaciones. En las últimas dos décadas hemos experimentado una revolución con el desarrollo y democratización de Internet, la aparición de plataformas virtuales como pueden ser los blogs o redes sociales y el surgimiento de nuevos dispositivos móviles. La ubicuidad de las comunicaciones, la inmediatez de los procesos informáticos y la simplicidad de los procesos de creación y difusión de la información que facilitan las TIC, nos han llevado a lo que algunos han llamado la Era del *Zettabyte* o del *Big Data*, en relación al boom actual de la información. Además, su presencia es ineludible por su relevancia en nuestras vidas, de forma incluso que son culturalmente un elemento más (Burbules & Callister, 2001). Aparatos tecnológicos como puede ser un *Smartphone* están sufriendo (como otras tecnologías antaño) un proceso de invisibilización, en tanto que su uso se ha generalizado sobre manera. Esta invisibilización es causa de la integración y asimilación totales en nuestras actividades y conductas, que nos ha hecho perder la conciencia de su condición de tecnología (Paiva, Morais, Costa & Pinheiro, 2016). Tal es así que hemos adquirido nuevos comportamientos y nuevas necesidades que tienen estrecha vinculación con las TIC, y, por otro lado, otras actividades han sido transformadas radicalmente. Por ejemplo, si en una conversación alguno dice “te escribo luego”, en una muy alta probabilidad se estará refiriendo a que le escribirá por algún tipo de servicio de mensajería instantánea como *WhatsApp*, algún mensaje de texto por móvil o un correo electrónico, pero de seguro ninguno

* Becario FPI de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) del Gobierno de Canarias, con financiación recibida del Fondo Social Europeo. cmachado@ull.edu.es, 922319139.

lo asociará a que le enviará una carta escrita a mano (Paiva, Morais, Costa & Pinheiro, 2016). Ya lo afirmaba M. Weiser en 1991, las tecnologías que acaban por ser invisibles son las que más profundo calado tienen en nuestra vida cotidiana.

Dentro de esta contextualización de la cuestión, nos gustaría matizar también que las herramientas que usamos no son meros instrumentos, sino que responden a la recreación que hacemos del mundo, convirtiéndose así en agentes de cambio (T. Neira, 2011), de la misma forma que las innovaciones tecnológicas no suceden en abstracto. Como expone M. Castells, “dependen del contexto, del estado del conocimiento, el entorno institucional, industrial, económico...” (2000). Otros autores como R. McChesney (2013) y E. Morozov (2013) hacen hincapié en que la tecnología también tienen una naturaleza política que se desdeña cuando se realizan análisis sobre ella, olvidando las condiciones contextuales en las que surge y se desarrolla, las formas de poder y los intereses mercantiles en torno a ellas, en ocasiones siendo estos elementos más relevantes que el propio diseño o uso de las tecnologías. En una línea de pensamiento similar, Burbules y Callister (2001) apuntan que “las herramientas pueden tener ciertos usos y finalidades establecidos, pero con frecuencia adquieren otros previsible y generan nuevos efectos imprevisibles [...]. Nunca las usamos sin que ellas, a la vez, nos ‘usen’; nunca aplicamos tecnologías para cambiar nuestro medio sin ser cambiados nosotros mismos”.

Con estas matizaciones, y aterrizando en el campo que nos interesa, al igual que en el resto de esferas sociales, las TIC han irrumpido con fuerza en las aulas. Haciendo un breve rastreo podemos encontrar múltiples iniciativas y estudios que muestran una amplia gama de proyectos sobre el uso de las TIC como medios y herramientas educativas. Estos avances tecnológicos están posibilitando nuevas formas de acceso e interacción del alumnado con los contenidos, pero en muchos casos observamos también que su uso no está explotando ese potencial de nuevas posibilidades. Por otro lado, también debemos reparar en que no ha existido una política educativa que dé soporte a todo ello, por lo que estamos hablando de que se han introducido tecnologías del siglo XXI en sistemas educativos que basan su estructura y organización en principios y esquemas decimonónicos (OCDE, 2015), con las resultantes incoherencias y desequilibrios que ello conlleva. Conocido este escenario socioeducativo, en este trabajo nuestra pretensión no radica en este macro contexto, sino en acudir a cómo está afectando todo ello a los procesos de enseñanza y aprendizaje, y, en concreto, a reflexionar acerca del proceso de aprendizaje a través de las TIC. Para ello presentaremos algunas evidencias científicas aportadas por la Neurociencia y la Psicología Cognitiva para analizar qué tiene diferente a nivel neuronal y cognitivo un aprendizaje mediado por las TIC frente a aprender a través de otro tipo de soportes y tecnologías más tradicionales. Cuestión que resulta fundamental para entender y optimizar el aprendizaje del alumnado y para así poder diseñar situaciones de enseñanza efectivas.

2. TIC, CEREBRO Y COGNICIÓN

En este apartado vamos a realizar una aproximación a la cuestión planteada a través de la Neurociencia y la Psicología Cognitiva. De seguro todos habremos experimentado que, por ejemplo, enfrentarnos a una información que está contenida en un texto físico es bastante diferente a trabajar esa misma información presentada como un hipertexto alojado en una página web. En el primer caso la lectura es lineal y es bastante simple que el lector se haga un mapa mental del texto y la distribución de la información, mientras que, en el segundo caso, en función del diseño del hipertexto y la web, aparecerán informaciones relativas a los laterales, tendremos la opción de ir a otras páginas para obtener información relativa clicando en conceptos o imágenes y demás. Ello supone que tendremos que estar tomando decisiones sobre la información que es relevante durante el proceso de lectura, así como nuestra atención y memoria de trabajo estarán expuestas a un mayor número de estímulos, y ambos procesos cognitivos repercuten directamente en la memoria a largo plazo y la comprensión. Con este simple ejemplo ilustramos eficazmente como el procesamiento que hace nuestro cerebro de la información y el proceso de adquisición de conocimientos puede diferir en gran medida según el tipo de herramientas que usemos, siendo muy diferentes las demandas cognitivas en función del entorno de aprendizaje. Estos instrumentos usados como herramientas educativas, además de ofrecernos la información, también reestructuran y modifican nuestras formas de procesamiento y nuestra estructura cognitiva (Cabero & Aguaded, 2013) en tanto que internet, los nuevos dispositivos, o la estructura hipertextual promueven otro tipo de lectura y acceso a la información totalmente diferente a un texto físico o a formas más tradicionales de enseñanza. Pero para entender en mayor medida la cuestión, se hace condición necesaria entender la cualidad plástica que tiene nuestro cerebro como soporte para entender la capacidad de aprender y desaprender habilidades, así como la Teoría de la Carga Cognitiva, que define cómo se ven afectadas capacidades como la atención y la memoria a causa del entorno de aprendizaje, cuestiones harto importantes para diseñar situaciones de enseñanza que optimicen el aprendizaje.

2.1 Plasticidad Neuronal

Si algo define la evolución humana, y nos diferencia del resto de las especies, es la capacidad de aprender y desaprender a lo largo de toda la vida. Esto es posible gracias a la plasticidad de nuestro cerebro, que es capaz de reorganizarse y reestructurarse según el desarrollo biológico y la experiencia y relaciones con el entorno, reorganización que no solo queda a nivel de conexiones sinápticas y que incluso genera cambios físicos en el cerebro. Esta *plasticidad cerebral* es una propiedad que define el amplio potencial de cambio, en relación a su capacidad de reprogramarse y adaptarse al entorno y los estímulos que de él provienen. Esta posibilidad de reestructuración permanece durante toda la vida, siendo una de las propiedades del cerebro que da pie a la realización de nuevos aprendizajes (OCDE, 2002). Implica que nuestro cerebro no es un órgano predeterminado e inerte y que no es solo dependiente de la genética y los procesos madurativos, sino también de la experiencia y de la interacción con ambientes complejos (OCDE, 2002, Ortiz, 2009 y Gonçalves, 2012). En relación a estos dos tipos de dependencias, sobre el desarrollo neuronal y el aprendizaje, tradicionalmente se han definido *períodos críticos* y *períodos sensibles*. Los *críticos* aluden a la primera infancia, en la cual el desarrollo de conexiones neuronales sucede de forma exponencial, motivado por factores biológicos, donde la repetición, la enseñanza o el ambiente no tienen mucha influencia, creando un mapa neuronal necesario para futuros procesos complejos. Los *períodos sensibles* se relacionan con la educación explícita y que desarrollan procesos complejos que integran y conectan diferentes áreas del cerebro (T. Ortiz 2009). Mucho se ha debatido e investigado sobre esto último, tratando de ubicar en el desarrollo evolutivo cada uno de esos períodos, pero los nuevos estudios sobre la plasticidad del cerebro aluden a que ni los períodos críticos son tan rígidos como se planteaba, ni los sensibles se refieren a la infancia exclusivamente (T. Ortiz 2009), justificando la capacidad de aprender y desaprender durante todo el ciclo vital, y de la estimulación como uno de los factores que influye en el cambio e intensidad de los mismos en nuestras estructuras neuronales.

Fundamentalmente esto afecta a que, como ya desde 1949 afirmaba D.O. Hebb, es fundamental el uso o el desuso de determinadas habilidades a la hora de establecer conexiones neuronales. Estudios más recientes, como los de N. Doidge (2008), amplían esta afirmación señalando que, si no ejercemos de forma prolongada una habilidad o actividad concreta, nuestro cerebro no solo se limita a olvidarla, sino que ese espacio dedicado a esa habilidad se entrega a otras habilidades que realizamos con mayor frecuencia. Todo esto nos lleva a afirmar que, en el plano educativo, y con la incursión de las TIC, estamos generando un nuevo entorno que desarrolla nuevas y diferentes demandas cognitivas en relación a una enseñanza de corte más tradicional basada en la exposición docente y el libro de texto. Inherentemente, y después de lo expuesto, claro está que afecta a nuestras estructuras neuronales y nuestros procesos cognitivos como en adelante concretaremos y seguiremos desarrollando.

2.2 Teoría de la Carga Cognitiva

Como expusimos con anterioridad, es vital diseñar situaciones de aprendizaje que faciliten y potencien el acceso a la información y el conocimiento por parte del alumnado, usando medios y herramientas que sean vehículos eficaces para ello. El problema radica cuando el ambiente generado y las formas de presentación de la información actúan más como impedimento que como facilitadoras, en tanto que complejizan los procesos cognitivos del alumnado de forma que, por ejemplo, saturan su atención, sobrecargan su memoria de trabajo o no resultan estimulantes. Para entender cómo se ven afectados los procesos cognitivos por el diseño instruccional, y poder así desarrollar diseños más eficaces, es fundamental la Teoría de la Carga Cognitiva, expuesta por primera vez en 1988 por J. Sweller, y que ha sufrido diferentes actualizaciones hasta una de las últimas revisiones realizada por Sweller, Ayres y Kalyuga (2011). Esta teoría, fruto de la experimentación científica, está relacionada con el uso de recursos cognitivos durante el aprendizaje y resolución de tareas, analizando cómo influyen el diseño y herramientas educativas usadas en los procesos de enseñanza y aprendizaje sobre procesos cognitivos como la memoria (y, sobre todo, la memoria de trabajo), la atención, los conocimientos y esquemas cognitivos previos y la adquisición de nuevos, y si el diseño instruccional y las situaciones planteadas sobrecargan los recursos cognitivos disponibles.

En primer lugar, a la hora de resolver tareas o trabajar con una información en un proceso de aprendizaje, la memoria de trabajo juega un papel fundamental. Este tipo de memoria, según define A. Baddeley (1999) es “un sistema para retener y manipular información temporalmente como parte de una amplia serie de tareas cognitivas esenciales, como el aprendizaje, el razonamiento y la comprensión”. Esto es, un recurso cognitivo que retiene a corto plazo información que necesitamos para seguir resolviendo una tarea o comprender conceptos relacionados, y que funciona en relación con la memoria a largo plazo, permitiendo acceder a información y esquemas previos que sean requeridos durante el procesamiento. *La memoria de trabajo* se caracteriza además por estar muy limitada en capacidad y duración, siendo el límite de capacidad muy relevante en relación a la Carga Cognitiva. Inicialmente se planteaba que su capacidad de procesamiento se reducía a unos siete elementos con un margen de más o menos dos (Miller 1956), pero investigaciones más recientes como las de Cowan

(2001) aluden a que este número puede ser inferior y estar alrededor de cuatro elementos. Aunque es verdad que el límite de elementos a procesar simultáneamente no está claro, y que incluso este puede variar en función de las circunstancias, debemos ser conscientes del escaso número de elementos que se pueden procesar (Sweller, Ayres & Kalyuga 2011).

Como se observa, la capacidad de procesamiento es limitada, por lo que en los procesos de aprendizaje y resolución de tareas debemos presentar la información de forma que no se sobrepase dicha capacidad, generando una *carga* asumible para la memoria de trabajo. A través de diferentes investigaciones, esta Teoría de la Carga Cognitiva se ha ido desarrollando (Chandler & Sweller, 1991, Paas, Renkl & Sweller, 2003, Amadieu et al., 2009, Ayres & Paas, 2012, Kalyuga & Liu, 2015, entre otros) y se ha especificado que la carga impuesta a la memoria de trabajo puede ser dividida en varios tipos, como especifican Sweller, Ayres y Kalyuga (2011):

-*Carga cognitiva intrínseca*: se debe a la propia naturaleza y estructura de la información presentada. Tiene que ver con el número de elementos que compone la información y las relaciones entre los mismos.

-*Carga cognitiva extrínseca o extraña*: tiene que ver con la carga adicional a la anterior que surge de cómo está presentada esa información, esto es, por el diseño de la situación de aprendizaje. Una presentación desorganizada, un contexto que no favorece la atención o que está plagado de estímulos e información que no son relevantes para la resolución de una tarea o que no tienen que ver con los objetivos de aprendizaje, conlleva un aumento de este tipo de carga cognitiva.

Ambas son sumativas y deben ser procesadas por la memoria de trabajo. En primeras formulaciones de la teoría se hablaba de un tercer tipo llamado *carga cognitiva relacional*, propia de la actividad de aprendizaje, de generar nuevas conexiones, reconstruir conocimientos y generar esquemas cognitivos en la memoria a largo plazo. Pero definir este proceso como una carga cognitiva es inadecuado, en tanto que se refiere a recursos relacionados con el aprendizaje. (Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011).

Si volvemos atrás en lo que hemos ido exponiendo, y pensamos en nuestra realidad educativa y las situaciones de aprendizaje complejas con las TIC que en muchas ocasiones nos encontramos, seguramente concluyamos que en elevado grado tales ambientes tecnológicos sobrecargan los recursos cognitivos del alumnado, y, *por ende*, más que potenciar y facilitar los aprendizajes, los dificultan. Con ello no queremos decir que debamos abandonar el uso de las TIC como herramientas educativas, sino que se acentúa más si cabe la importancia en el diseño de situaciones de aprendizaje que generen una carga cognitiva que no indigeste los recursos cognitivos del alumnado. Controlar el número de elementos en interacción, la forma en la que se presenta la información y evitar sobrecargar los materiales de elementos que no son relevantes son claves para no sobrecargar la memoria de trabajo y facilitar la comprensión y adquisición de conocimientos (Paas, Renkl & Sweller 2003, Paas, van Gog & Sweller, 2010).

2.3 Procesos cognitivos y aprendizaje con las TIC

La experiencia de estar realizando una búsqueda en internet de una información para resolver una tarea, y después de varios clics acabar en páginas con información totalmente diferente a la que en inicio buscábamos, nos ha sucedido al común de los mortales. Internet es un mundo inmensamente amplio y disperso, que invita a que vayamos investigando a través de búsquedas e hipervínculos en contenidos alternativos, en algún producto relacionado con nuestra búsqueda inicial, por lo que la resolución de una tarea y la lectura comprensiva en esta realidad virtual puede diferir mucho de la experiencia de acudir a una biblioteca y consultar un libro físico. Si atendemos a lo expuesto en los anteriores apartados, leer un libro físico es una actividad donde nuestra atención está focalizada en un único estímulo; en él, la información aparece linealmente organizada facilitando que nos hagamos un mapa mental de ella, y eso conlleva que las distracciones sean menores y podamos comprender y memorizar mejor la información que en él se contiene, aunque de una forma lenta (N. Carr, 2011). Por otro lado, la lectura hipertextual en entornos web nos permite acceder a mayor cantidad de información (aunque seguramente leeremos de forma más superficial), nuestra atención se verá más sobrecargada de estímulos y de enlaces que tendremos que decidir si usamos o no, y, dependiendo de cómo esté estructurada la información, la jerarquía de contenidos puede ser bastante difusa y enrevesada, llevándonos a infinidad de nuevas páginas que nos desvían de la información buscada en inicio. Algunos autores han llegado incluso a exponer que esto genera un estado de *atención parcial continua*, en el que estamos atentos a todo sin centrarnos en algo concreto, lo que puede generar situaciones de estrés (G. Small, 2009). Con este ejemplo podemos ilustrar todo aquello que venimos desarrollando de la *plasticidad neuronal* y la *Teoría de la Carga Cognitiva*. Si vemos la comparación hecha entre la lectura hipertextual frente al texto físico, los procesos cognitivos se desarrollan de forma distinta y la memoria de trabajo se verá más sobrecargada en el caso de la lectura en un entorno virtual online.

Es notable como las TIC han favorecido al enriquecimiento de textos. La posibilidad de añadir informaciones alternativas de fácil y rápido acceso, la flexibilidad e interactividad que ofrecen en su formato, y la oportunidad de acompañar la información de gráficos y audiovisuales, han generado un gran entusiasmo ante estas ventajas. La problemática reside en que no se ha tenido en cuenta que ello también supone crear entramados muchas veces muy complejos y mal diseñados, que al final dificultan el acceso a la información e incrementan la carga cognitiva (DeStefano & LeFevre, 2005). Esta sobrestimulación de los entornos virtuales frente a los físicos puede ser perjudicial a la hora de realizar y consolidar aprendizajes, repercutiendo en el desempeño y rendimiento del alumnado en tanto que accede a la información de una forma más superficial (N. Carr, 2011). Aunque es verdad que son diversos los estudios y que no ha existido una unificación de categorías, todas las evidencias apuntan que tal situación puede repercutir negativamente en las habilidades de control cognitivo, rendimiento académico y en la esfera socioemocional (van der Schuur, Baumgartner, Sumter & Valkenburg, 2015).

Estudios empíricos aportan evidencias, en el sentido de que la comprensión de un texto sucede mejor en soporte físico, pues la lectura en una pantalla genera un mayor cansancio y demanda cognitiva (Mangen, Walgermo & Bronnick 2013), como ya habíamos expuesto. Además, una infinidad de investigaciones han tratado de analizar diferentes factores que afectan a que la lectura hipertextual online puede generar una mayor carga cognitiva. DeStefano y LeFevre (2005) estudian la importancia del número de enlaces que contiene el texto, pues a mayor número de ellos, más se interrumpe el proceso de lectura y comprensión, se genera más carga cognitiva, y ello se traduce en un peor rendimiento en la lectura y en la comprensión, y una mayor desorientación a la hora de buscar la información relevante. En esta misma línea, se expone que el hipertexto aporta una gran flexibilidad a la hora de presentar, secuenciar y relacionar informaciones, pero los continuos saltos adelante y atrás que se van realizando generan los siguientes problemas: dificultad para entender el texto como un todo, para reconocer ideas principales y dificultad para profundizar y concentrarse en una unidad concreta (Lee & Tedder 2003). La desorientación en estos ambientes es más probable que en un texto físico, pero evidencias empíricas muestran que ese efecto se reduce si el diseño del hipertexto es jerárquico y está bien secuenciado (frente unas páginas web cuyo mapa parece más bien un árbol fuertemente ramificado), al igual que se ha observado que afecta menos al alumnado con mayores conocimientos previos sobre el tema (Amadiou et al. 2009). Igualmente, explotar las posibilidades de presentación que ofrecen las TIC pueden ser contraproducente, ya que se puede pecar de saturar el texto de detalles e información interesante presentada de forma seductora, pero que es irrelevante y reduce la percepción de las ideas verdaderamente importantes (Park et al 2011, Schmeck et al 2015). Por otro lado, es incluso llamativo algún estudio que compara las diferencias entre coger notas a mano y en un ordenador. Mueller y Oppenheimer (2014) en pruebas recientes han comprobado que el alumnado al coger notas en un ordenador puede alcanzar mayor velocidad que si lo hace a mano, lo cual lleva a que tienda a transcribir literalmente aquello que el docente expone, mientras que, escribiendo a mano, tiene que ir sintetizando ideas y es más propenso a realizar gráficos y esquemas. Esto último activa procesos cognitivos más complejos y es más beneficioso a la hora de la comprensión y la retención de los aprendizajes.

En definitiva, vemos como las evidencias científicas corroboran aquello que venimos exponiendo, y el procesamiento cognitivo del alumnado es bien distinto cuando trabaja la información y resuelve tareas en entornos físicos frente a entornos virtuales, cuestión que no podemos pasar por alto en el diseño de situaciones de aprendizaje. Está claro que las TIC están desarrollando una mayor capacidad multitarea en las personas, pero tratan de forma muy diferente la atención, la memoria de trabajo y la comprensión que otros métodos tradicionales, y desde la educación, debemos trabajar tomando conciencia de ello.

3. TIC Y EDUCACIÓN: UN ESCENARIO DIVERSO

Expuestas algunas evidencias científicas que muestran el impacto que pueden tener las TIC en nuestros procesos cognitivos y estructura neuronal, toca hacer balance ante la realidad de su incursión en los sistemas educativos. Como ya hemos comentado con anterioridad, no es tratar el tema de forma reduccionista planteando un enfrentamiento entre posiciones *apocalípticas* o *integradas* en términos de H. Eco (1977), sino de ahondar en las transformaciones evidentes que a raíz de ello se están sucediendo en nuestros centros educativos y en lo que entendemos por educación. Siempre se han introducido diferentes tecnologías como herramientas educativas, por lo que la cuestión es atender a cómo se están usando y para qué.

Acudiendo a estadísticas generales, en concreto, a las respuestas del Informe del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA), elaborado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y que

recoge datos de 65 países, presentamos algunas conclusiones que nos señalan la magnitud de su uso en nuestras escuelas en el informe específico sobre el uso de las TIC (OCDE, 2015):

-Como media de los países estudiados, existe una ratio de 4,7 estudiantes por ordenador (pero en bastantes países desarrollados la ratio es inferior a 2,5).

-El 72% del alumnado usa ordenadores en la escuela, y un 42% usa internet para hacer tareas en la escuela al menos una vez a la semana.

-Un 30% de los estudiantes pasa al día al menos 4 horas conectado a internet ya sea dentro o fuera de la escuela.

-Como media, el alumnado pasa 25 minutos conectado a internet en la escuela.

Los datos muestran el alto grado de uso de las TIC en los centros educativos, pero está claro que habría que ahondar en si realmente se están usando de forma eficaz. Muchas veces nos encontramos que plataformas virtuales de aprendizaje como *Moodle* son simplemente usadas para depositar materiales como si fueran una reprografía virtual, foros y herramientas interactivas que son usadas de forma unidireccional, o avanzadas pizarras digitales que se usan como un simple proyector para visualizar diapositivas, por lo que ver datos relativos al uso puede no estar siendo un indicador fiable (Paiva, Morais, Costa & Pinheiro 2016, 233). El último informe de la OCDE al respecto, *Students, Computers and Learning* (2015), expone que los resultados y las mejoras en el rendimiento que producen las TIC son bastante difusos y que no hay evidencias de una mejora apreciable, mencionando incluso que el uso abusivo de las mismas sí implica peores puntuaciones y rendimiento. A. Schleicher, director del informe, afirma que han sido demasiadas las expectativas sobre sus bondades y que su uso ha estado condicionado por introducirse tecnologías del siglo XXI en sistemas educativos que poco han cambiado desde inicios del siglo XX, así como ha habido escasa formación al profesorado y no se ha generado una reflexión sobre la teoría y la política educativa que den soporte a su uso. En muchas ocasiones encontramos como se han centrado más en las herramientas y su administración que de promover verdaderamente la interacción con la tecnología, por lo que no ha habido mejoras (Cabero & Aguaded 2013). En esta misma línea, cabe recordar que la calidad de los resultados educativos no está ceñida a las tecnologías, sino a los modelos pedagógicos que les dan soporte y a que haya una reflexión de para qué y cómo se usan (de Pablos 2015, Kalyuga & Liu, 2015). E. Litwin (2003) en una entrevista exponía al respecto que “el problema no es la herramienta. El problema es la herramienta en relación con el contenido y con el proyecto que le da sentido [...] Si la herramienta es la que se impone al contenido, puede aplastarlo y darle la marca del soporte”.

Al respecto quedan claras dos cuestiones: las TIC han supuesto grandes transformaciones sociales y están abriendo numerosas posibilidades en el ámbito educativo, y, por otro lado, no existe una política educativa ni una reflexión teórica que den soporte a su uso y posibilitem una integración y desarrollo de sus potencialidades de forma transversal, estando en la actualidad relegadas a iniciativas concretas y puntuales. Lo que sí afirmamos, es que no podemos seguir introduciendo de esta forma las TIC, del mismo modo que los sistemas educativos necesitan reformularse para adaptarse y responder a las demandas de un escenario social cada día más tecnológico. Esta situación en relación a las políticas y estructuras lo único que está favoreciendo es un uso acrítico de estas herramientas (R. Rueda, 2001). Por tanto, si queremos traducir en nuestra realidad educativa todos los avances e iniciativas que puntualmente están mostrando mejoras en algún aspecto de los procesos de enseñanza y aprendizaje, o incluso de la atención a colectivos desfavorecidos y en especial dificultad, requerimos de políticas que reflexionen y estipulen el para qué y el cómo del uso de las TIC en las aulas.

4. CONCLUSIONES

La realidad en la que nos situamos está integrando en nuestras rutinas y conductas gran cantidad de aparatos tecnológicos altamente sofisticados sin los cuales muchas de nuestras actividades ya no tienen sentido. No se entiende la vida si no estamos comunicados e informados las veinticuatro horas del día, pero no olvidemos que eso de tener un *Smartphone* con conexión a internet, el uso de la mensajería instantánea y las redes sociales son fenómenos de la última década. En el plano educativo, han sido múltiples las propuestas que han visto en estas herramientas grandes posibilidades para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. La racionalidad tecnócrata ha ido copando todas las esferas, y, en educación, su incursión está siendo bastante heterogénea y con mejoras poco apreciables a escala macro (como hemos podido ver en las grandes evaluaciones internacionales, aunque sí existen iniciativas puntuales harto interesantes) pues han tenido poco soporte desde la teoría y la política educativa. En palabras de Cabero y Barroso (2015), “su utilización requiere un proyecto pedagógico previo que le dé sentido y cobertura teórica”, como hemos desarrollado en anteriores apartados.

Nos encontramos entonces tales desafíos a nivel macro, a nivel de políticas y estrategias educativas, pero también observamos que en las aulas los procesos de enseñanza y aprendizaje están siendo profundamente transformados, al igual que tal ambiente tecnológico tiene consecuencias a nivel neuronal, modificando nuestros procesos cognitivos. Esta afirmación no está hecha en sintonía alarmista, pero sí debería servirnos para repensar y analizar el para qué y el cómo se están usando las tecnologías en educación, y que su uso tiene unos efectos que no estamos valorando a la hora de diseñar, implementar y evaluar aprendizajes. Lo que no puede permitirse un sistema educativo es avanzar en el apartado metodológico gracias a las TIC para luego realizar una evaluación al más puro estilo tradicional, o plantear objetivos de aprendizaje que no van acorde a todo ello, pues estaríamos generando situaciones de dificultad e inequidad. Si la educación debe servir para la sociedad y ser a su vez reflejo de ésta, las TIC deben ser tomadas en consideración por su importancia en nuestras vidas y por su potencial educativo, por lo que, en esta línea, no se cuestiona su presencia en las aulas. A pesar de ello, si algo enseña el desarrollo de nuestros sistemas educativos, es que ya en otros momentos se han introducido tecnologías que se consideraban tanto o más revolucionarias que éstas, pero lo importante radica en cómo se usan, atendiendo más a la construcción de conocimiento que al propio soporte en el que se presenta la información. De nada vale usar la tecnología más avanzada si el diseño de la situación de aprendizaje es nefasto, sobrecarga las capacidades del alumno o la propia herramienta se adueña del contenido. Enseñar la aritmética básica puede ser más efectivo con un ábaco o con un puñado de caramelos que con un *iPad*, y no por ello el profesor debe sentirse menos progresista, pero las tendencias actuales generan este parecer. El ímpetu tecnológico no debe omitir al docente el paso de reflexión sobre el para qué de esa tecnología en el aula, analizando si realmente el uso de una herramienta va a optimizar el aprendizaje del alumnado, o, como en el ejemplo anterior, prepondere el uso del instrumento sobre el contenido que se quiere enseñar. En definitiva, como ha afirmado R. Rueda, "este escenario que hemos descrito hasta aquí, nos muestra una escuela con un discurso tecnófilo vacío de reflexión y de atemperamiento pedagógico. En consecuencia, vemos urgente la implementación de una pedagogía crítica" (2001). Aunque hay iniciativas fantásticas que introducen las TIC generando mejoras extraordinarias, en líneas generales se requiere de una estrategia que las inserte con coherencia y soporte pedagógico para evitar que se usen simplemente porque así seremos más innovadores y las TIC son sinónimo de eficacia y eficiencia, y evitando también que se conviertan en el centro de la enseñanza, por encima de lo que el alumnado debe aprender.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Amadiou, F., Tricot, A., and Mariné, C. "Prior knowledge in learning from a non-linear electronic document: Disorientation and coherence of the reading sequences", *Computers in Human Behavior* 25, 381-389(2009).
- [2] Ayres, F. and Paas, F., "Cognitive Load Theory: New Directions and Challenges", *Applied Cognitive Psychology* 26, 827-832 (2012).
- [3] Baddeley, A., [Memoria humana. Teoría y práctica], McGraw Hill, Madrid (1999).
- [4] Burbules, N. y Callister, T., [Riesgos y promesas de las Nuevas Tecnologías de la Información], Granica, Buenos Aires (2001).
- [5] Cabero, J., y Aguaded, J.I., [Tecnologías y medios para la educación en la e-sociedad], Alianza, Madrid (2013).
- [6] Cabero, J. y Barroso, J., [Nuevos retos en tecnología educativa], Síntesis, Madrid (2015).
- [7] Carr, N., [Superficiales ¿Que está haciendo internet con nuestras mentes?], Taurus, Madrid (2011).
- [8] Castells, M., [La era de la información. Vol.1. La sociedad Red], Alianza, Madrid, (2000).
- [9] Chandler, P. y Sweller, J., "Cognitive Load Theory and the format of instruction", *Cognition and Instruction*, 8 (4), 293-332 (1991).
- [10] Cowan, N., "The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity", *The Behavioral and Brain Sciences* 24, 87-185 (2001).
- [11] dePablos, J., [Los centros educativos ante el desafío de las tecnologías digitales], La Muralla, Madrid (2015).
- [12] DeStefano D, y LeFevre, J.O., "Cognitive load in hypertext reading: A review", *Computers in Human Behavior* 23, 1616-1641 (2005).
- [13] Doidge, N., [El cerebro que se cambia a sí mismo], Aguilar, Madrid (2008).
- [14] Eco, H., [Apocalípticos e integrados], Lumen, Barcelona (1977).
- [15] Gonçalves, T., "El sujeto neuronal", *TESI* 2 (12), 273-298 (2012).
- [16] Hebb, D.O., [Organización de la Conducta], Debate, Madrid (1985).
- [17] Kalyuga, S. and Liu, T. C., "Guest Editorial: Managing Cognitive Load in Technology-Based Learning Environments", *Educational Technology & Society*, 18 (4), 1-8 (2015).

- [18] Mangen, A, Walgermo, B. and Bronnack, K, “Reading linear texts on paper versus computer screen: Effects on reading Comprehension”, *International Journal of Educational Research* 58, 61-68 (2013).
- [19] McChesney, R., [Desconexión digital], El Viejo Topo, Barcelona (2013).
- [20] Miller, G.A., “The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information”, *Psychological Review* 63, 81-97 (1956).
- [21] Morozov, E., [La locura del solucionismo tecnológico], Katz, Madrid (2013).
- [22] Mueller, P.A. and Oppenheimer, D.M., “The Pen Is Mightier Than the Keyboard: Advantages of Longhand Over Laptop Note Taking”, *Psychological Science*, 1-10 (2014).
- [23] Neira, T., [Hacia una nueva civilización. Los muros de la escuela y el asedio de los bits], Universidad de Oviedo, Oviedo (2011).
- [24] Lee, M. and Tedder, M.C., “The effects of three different computer texts on readers’ recall: based on working memory capacity”, *Computers in Human Behavior* 19, 767-783 (2003).
- [25] Litwin, E., “Los desafíos y los sinsentidos de las nuevas tecnologías en la educación”, *Educación*, diciembre de 2003 <<http://www.educ.ar/sitios/educar/recursos/ver?id=120640>> (15 septiembre de 2016)
- [26] OCDE, [Understanding the Brain. Towards a New Learning Science], OCDE, Paris (2012).
- [27] OCDE, [Computers, students and learning: Making the Connection], OECD, Paris (2015).
- [28] Ortiz, T., [Neurociencia y Educación] Alianza, Madrid (2009).
- [29] Paas, F., Renkl, A. and Sweller, J., “Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments”, *Educational Psychologist* 38 (1), 1-4. (2003).
- [30] Paas, F., van Gog, T. and Sweller, J., “Cognitive Load Theory: New Conceptualizations, Specifications, and Integrated Research Perspectives”, *Educational Psychology Review* 22, 115-121 (2010).
- [31] Park, B., Moreno, R. Seufert, T. and Brünken, R., “Does cognitive load moderate the seductive details effect? A multimedia study”, *Computers in Human Behavior* 27, 5-10 (2011).
- [32] Paiva, J., Morais, C., Costa, L. and Pinheiro, A., “The shift from ‘e-learning’ to ‘learning’: Invisible technology and the dropping of the ‘e’”, *British Journal of Educational Technology*, 47 (2), 226-238 (2016).
- [33] de Pablos, J., [Los centros educativos ante el desafío de las tecnologías digitales], La Muralla, Madrid (2015)
- [34] Rueda, R., “¿La tecnoutopía en la escuela? La necesidad de una Pedagogía crítica”, *Nómadas*. 15, 66-75 (2001).
- [35] Small, G., [El cerebro digital], Urano, Barcelona (2009).
- [36] Schmeck, A., Opfermann, M., van Gog, T., Pass, F. and Leutner, D., “Measuring cognitive load with subjective rating scales during problem solving: differences between immediate and delayed ratings”, *Instructional Science* 43 (1), 93-114 (2015).
- [37] Sweller, J., “Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning”, *Cognitive Science* 12 (2), 257-285 (1988).
- [38] Sweller, J., Ayres, P. and Kalyuga, S., [Cognitive Load Theory], Springer, Nueva York (2011).
- [39] van Merriënboer, J. and Sweller, J., “Cognitive Load Theory and Complex Learning: Recent Developments and Future Directions”, *Educational Psychology Review* 17 (2), (2005).
- [40] van der Schuur, W., Baumgartner, S., Sumter, S. and Valkenburg, P., “The consequences of media multitasking for youth: A review”, *Computers in Human Behavior* 53, 204-215. (2015).
- [41] Weiser, M. “The computer for the 21st century”, *Scientific American* 265 (3), 1-8 (1991).