

CAPÍTULO 1

TECNOLOGÍA EDUCATIVA: LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE CON TIC

Manuel Area-Moreira

EDULLAB. Laboratorio de Educación y Nuevas Tecnologías

Universidad de La Laguna (España)

manarea@ull.edu.es

INTRODUCCIÓN

¿Cómo se aprende con tecnologías? ¿En qué situaciones y contextos educativos se produce? ¿Cómo enseñar con tecnologías complejas, flexibles y que están interconectadas? ¿Puede una máquina automatizar (y, en consecuencia, sustituir) de modo inteligente la docencia? ¿Existen actualmente principios o fundamentos teóricos consolidados en la teoría y práctica de la Tecnología Educativa? ¿Qué métodos y estrategias formativas con tecnologías son emergentes?

La investigación desarrollada en los últimos años en el ámbito de la Tecnología Educativa, tanto en el contexto español como internacional, ha evidenciado que el aprendizaje con tecnologías en contextos educativos es un fenómeno complejo en el que se entrecruzan dimensiones y variables de distinta naturaleza. Lo que aprende un sujeto a través de cualquier tipo de tecnología –sea impresa, audiovisual o digital– está condicionado, en gran medida, por la interacción de tres tipos de factores o dimensiones: las *características personales del estudiante* (su conocimiento previo, su motivación, su estilo cognitivo, su edad, su género, su contexto social y cultural...); las *características internas del material o tecnología* utilizada (diseño pedagógico del mismo, contenido transmitido, características de la interface, propiedades multimedia y su organización hipertextual, eficiencia tecnológica, interactividad, automatización...); y variables del *contexto o pragmática educativa de uso de esa tecnología* (tipo de actividad o tarea escolar que se realiza con la tecnología, organización social de la clase, el apoyo docente, las demandas evaluativas, la interacción comunicativa con otros alumnos...).

Sabemos que la presencia de mucha y variada tecnología digital –Internet, wifi, ordenadores portátiles, pizarras digitales, realidad aumentada, monitores interactivos, tabletas, etc.– es una condición necesaria, pero no suficiente. Se ha evidenciado que la tecnología por sí sola, si no va acompañada de un modelo educativo o patrón pedagógico de uso, no provoca de forma automática y generalizada mejoras en el aprendizaje de los estudiantes. En distintos informes de la OCDE

(2010; 2015) se ha concluido que con las herramientas tecnológicas adecuadas y con un planteamiento educativo coherente y bien planteado, el uso frecuente del ordenador puede conducir a una mejora en el rendimiento de los estudiantes.

Este capítulo es un ensayo que analiza la enseñanza y aprendizaje con tecnologías. Está organizado en dos grandes partes. En la primera ofreceremos una revisión de los métodos de enseñanza con tecnologías vinculados con las teorías del aprendizaje. La segunda parte presentará los supuestos o principios de la Tecnología Educativa derivados de la teoría de la pedagogía, así como una recopilación de los modelos y estrategias formativas con TIC que actualmente son emergentes.

1. LAS TEORÍAS DEL APRENDIZAJE Y LOS MÉTODOS DE ENSEÑANZA CON ORDENADORES¹

Desde que, a mediados del siglo xx, Skinner, uno de los representantes más destacables de lo que se conoce como el paradigma conductista del aprendizaje, propusiera el concepto de «máquinas de enseñar», el desarrollo y preocupación de la utilización de los ordenadores en la enseñanza ha estado dominado por esta idea: ¿es posible lograr que un sujeto humano aprenda a través de la interacción, casi exclusiva, con una máquina? Los logros y avances a lo largo de varias décadas de investigación durante el siglo pasado fueron menos exitosos de lo esperado. Se ensayaron distintas propuestas y proyectos encaminados a construir objetos físicos que sin la intervención directa de un tutor o profesor provocasen o facilitase el aprendizaje de un ser humano. Sin embargo, en la actualidad, con los avances en el campo del multimedia, de las telecomunicaciones, de la tecnología móvil, de la inteligencia artificial, de las interfaces para la interacción humano-máquina, etc., están cobrando auge los proyectos y métodos educativos de formación a distancia basados en la utilización de tecnologías digitales.

En este sentido Mayer, (2010, p. 182) distingue entre enfoques de enseñanza centrados en la tecnología y enfoques centrados en el estudiante, que sintetiza en el cuadro 1.

A continuación, presentaré una revisión de los principales enfoques, métodos o paradigmas del uso de ordenadores en la enseñanza apoyándolos en las cuatro teorías del aprendizaje más relevantes y consolidadas, tal como lo sugiere Harasim, 2012 (ver figura 1): la teoría conductista, la teoría del procesamiento cognitivo de información, la teoría constructivista y la teoría de la colaboración en línea. Desde hace más de treinta años, distintos autores han intentado revisar y reconstruir cómo utilizar las teorías del aprendizaje con la finalidad de elaborar

¹ Este apartado es una actualización de un anterior trabajo del autor Area (2004).

| CUADRO 1. LOS ENFOQUES DE APRENDIZAJE CON TECNOLOGÍAS. | | | |
|--|---------------------------------|------------------------------|---|
| ENFOQUE | FOCO | ROL DE LA TECNOLOGÍA | META |
| Centrado en la tecnología | ¿Qué puede hacer la tecnología? | Ofrece acceso a la enseñanza | Utiliza la tecnología para la enseñanza |
| Centrado en el estudiante | ¿Cómo funciona la mente humana? | Ayuda al aprendizaje humano | Adapta la tecnología para promover el aprendizaje |



Figura 1. Perspectivas epistemológicas sobre las teorías del aprendizaje (Harasim, 2012).

métodos de enseñanza basados en la utilización de la tecnología informática (Gros, 2002; Mayer, 2010; Lowyck, 2014; Crook y Sutherland, 2017).

1.1. LA TEORÍA CONDUCTISTA DEL APRENDIZAJE.

LA ENSEÑANZA ASISTIDA POR ORDENADOR (EAO)

En el contexto norteamericano de la década de los años cincuenta y sesenta del siglo pasado se desarrollaron las primeras experiencias y proyectos de utilización educativa de los ordenadores en la enseñanza. Al respecto es interesante

consultar la obra de Tatnall y Davey (2014) donde se describe la historia del desarrollo de la informática educativa en diversos países del mundo.

Las raíces de esta visión de la aplicación de la tecnología informática en la educación se apoyan en el método de la enseñanza programada, y de modo más específico en el modelo de las denominadas «máquinas de enseñar» creadas por Skinner al inicio de la década de los años sesenta citado anteriormente. La influencia de las bases y planteamientos teóricos de la psicología conductista sobre el método denominado Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO) fueron muy notorios y evidentes.

La EAO fue un método de individualización de la enseñanza que pretendió, a través del ordenador, que el alumno adquiriera el conocimiento de forma autónoma bajo un patrón de enseñanza automatizado. La EAO es una forma de enseñanza programada desarrollada a través de un medio informático caracterizada por asumir los cuatro principios fundamentales de la misma:

- el principio de las pequeñas etapas,
- de lo fácil a lo difícil,
- del ritmo individual,
- de la participación activa,
- y de la respuesta inmediata.

El primer ejemplo o experiencia de un software o tutorial de EAO corresponde a un curso de mecanografía desarrollado por la empresa IBM, quienes crearon el primer lenguaje de autor aplicándose este tipo de software en el marco de escuelas y universidades. La lógica de funcionamiento de aquellos primeros proyectos de uso educativo de ordenadores era la siguiente (ver figura 2).

Estos programas se caracterizaron por un conjunto de actividades sencillas y prácticas diseñadas a partir de necesidades identificadas de la clase, aunque en muchos casos el programa fracasaba precisamente por no diagnosticar adecuadamente las mismas. En este modelo de diseño instructivo subyació una visión del aprendizaje como un proceso pasivo de adquisición de información siguiendo una secuencia poco flexible y muy estructurada. La enseñanza, desde la EAO, aparece como un proceso de transmisión o presentación automatizada del conocimiento.

El supuesto central de este enfoque era convertir al ordenador en un profesor, o al menos que desarrollase algunas de las conductas docentes principales: presentar el contenido, evaluar los aprendizajes y controlar la actividad del alumno. Se ha criticado este planteamiento porque posee una visión reduccionista y mecánica de la enseñanza y aprendizaje que reduce el proceso didáctico a una mera exposición transmisora de los contenidos que se adquieren a través de la repetición, más o menos mecánica, de un conjunto de ejercicios.

Las ventajas de la EAO se pueden sintetizar en los siguientes rasgos: puede ser útil para aquellos alumnos que tienen algún tipo de problemas, que presentan retrasos o que necesitan recuperación y son conscientes de ello, pero referido

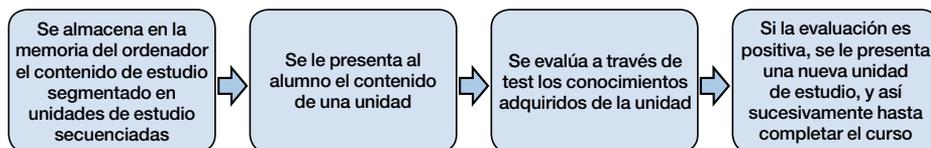


Figura 2. Secuencia de la enseñanza programada.

sobre todo a la tarea de memorización de la información; para aprendizajes que requieran automatizar alguna respuesta, como el aprendizaje de la tabla de multiplicar; y para estudiantes que no tienen posibilidades de asistir a clase, en la enseñanza a distancia.

Por el contrario, las dificultades o desventajas son el elevado coste que tiene, tanto por el trabajo de preparación como porque se necesita un ordenador por alumno; el trabajo del estudiante es poco creativo; se requieren respuestas correctas simples, pues el ordenador solamente es capaz de comparar, carácter a carácter, con las que tiene almacenadas como buenas; no permite analizar las respuestas erróneas; y no facilita la interacción entre los alumnos.

Para este enfoque o planteamiento la meta central era la eficacia instructiva, es decir, el logro de objetivos planificados en el menor tiempo posible y con el menor coste utilizando ordenadores. Este paradigma o enfoque de enseñanza con ordenadores ha evolucionado a lo largo de los años. Comenzó con trabajos vinculados con la enseñanza programada centrados sobre los parámetros del refuerzo y sus efectos sobre el aprendizaje. Estos trabajos eran, sobre todo, experimentos de laboratorio en el sentido clásico de la escuela conductista. Más tarde atendieron a otro tipo de variables y adoptaron una orientación de sistemas en los que se tuvieron en cuenta los contextos reales y el uso de múltiples variables dependientes. Finalmente, el enfoque EAO fue evolucionando a medida que avanzaba la propia tecnología a través de microordenadores, discos digitales, hipertextos.

El paradigma, desde hace muchos años, sigue teniendo vigencia en el actual panorama de la investigación y desarrollo de programas informáticos destinados a la enseñanza. La versión posterior de la EAO fueron los denominados programas educativos multimedia en soporte CD-ROM, también conocidos como multimedia educativo, y que en la década de los noventa del siglo pasado tuvieron una gran difusión. Este tipo de materiales no solo se crearon para su uso escolar, sino que se editaron con la finalidad de ser utilizados en el marco del hogar a modo de refuerzo o complemento del aprendizaje académico. En este sentido, se comercializaron numerosos multimedia educativos directamente

destinados a la adquisición y desarrollo de habilidades propias de materias como las matemáticas, el lenguaje, las ciencias naturales, la geografía o la historia. A su vez, también muchos de estos multimedia «empaquetaron» cursos formativos para adultos (aprendizaje de lenguas extranjeras, tutoriales de software diverso, cursos de formación laboral, etc.).

En el presente, los nuevos programas o aplicaciones educativas digitales han superado muchas de las limitaciones y esquematismos de los proyectos pioneros de la EAO: existe una mayor interactividad entre el sujeto y el programa, la interface y diseño gráfico es más intuitivo, agradable y fácil de usar, se incorporan elementos que propician la actividad del alumno, y su secuencia a la hora de presentar el contenido de estudio es más flexible. Esto se evidencia en los cursos ofertados a través del denominado móvil learning, que, empaquetados y estructurados en secuencias de miniunidades o microlecciones (Salinas y Marín, 2014), se van presentando al estudiante en niveles crecientes de dificultad a medida que este va superando actividades o lecciones. Un claro ejemplo de ello son los cursos de enseñanza de idiomas como los que ofertan Duolingo o Babbel. Evidentemente estas minilecciones distribuidas a través de tecnologías como el smartphone superan las limitaciones clásicas de la enseñanza programada y el CAI que comentamos anteriormente, ya que incorporan muchos elementos como la inteligencia artificial, el intercambio comunicativo entre usuarios o con bots (o robot conversacional), interfaces icónicas y audiovisuales, y facilitan mayor autonomía y flexibilidad para el autoaprendizaje.

Sin embargo, bajo la producción de muchos de estos materiales educativos multimedia, siguen manteniéndose algunos de los supuestos y principios de aprendizaje que inspiran la EAO como es entender el aprendizaje como un proceso individual, la presentación de estímulos tanto visuales como sonoros y textuales que juegan el papel de refuerzo en las acciones del alumno, o una secuencia instructiva organizada en lecciones o tareas que evolucionan desde lo simple a mayores grados de dificultad a medida que el estudiante supera exitosamente los ejercicios o actividades que se le ofrecen en la pantalla.

1.2. EL PROCESAMIENTO COGNITIVO DE INFORMACIÓN:

LOS SISTEMAS INTELIGENTES Y ADAPTATIVOS

Otro de los enfoques de mayor relevancia en la aplicación de la informática a la enseñanza es el denominado ITS (Intelligent Tutorial System), que pretende generar programas educativos basados en los principios de la inteligencia artificial (Russell y Norvig, 2016). Este tipo de experiencias se apoyan en las aportaciones de la denominada psicología cognitiva del procesamiento de la información que describen el comportamiento del cerebro humano como si fuera una computadora, y viceversa: pretenden que las máquinas procesen información imitando

algunas de las habilidades cognitivas humanas: análisis, selección, comparación, toma de decisiones, etc. En consecuencia, los sistemas tutoriales inteligentes (STI) intentan trasladar a las máquinas digitales los procesos cognitivos de actuación humana en la toma de decisiones.

Un sistema tutor inteligente (González, 2004) puede ser definido como un sistema experto en una materia con el fin de presentar conocimiento para su adquisición por un sujeto. El propósito es emular un comportamiento parecido al de un tutor humano caracterizado por la flexibilidad y adaptación del sistema al comportamiento mostrado por el alumno en vez de responder rígidamente a un patrón previamente establecido. Un ITS debería ser capaz de identificar la forma en que el estudiante está solucionando el problema y brindarle la ayuda necesaria cuando cometa errores, determinar el conocimiento que necesita para resolver un problema y explicar ese conocimiento en el momento apropiado; aprender por medio de la interacción con el estudiante. La idea es, entonces, producir sistemas expertos que puedan simular el comportamiento del estudiante, de manera que cuando el alumno dé una respuesta, el sistema pueda simular el comportamiento del tutor para poder guiarlo adecuadamente

El enfoque de los ITS, en su planteamiento básico, es una evolución de la Enseñanza Asistida por Ordenador en cuanto se pretende que la máquina tenga la potencialidad de enseñar al alumno, pero difiere, sustancialmente, en que frente a linealidad y automatismo de la EAO los ITS son flexibles, cambiantes y pretenden adaptarse a diferentes situaciones y comportamientos de los estudiantes. La idea de los ITS es desarrollar software que capture el conocimiento mismo que le permita a los expertos componer y desarrollar una situación de enseñanza-aprendizaje de modo que la máquina adapte el conocimiento a las características específicas de los alumnos.

Un Sistema Tutorial Inteligente está configurado básicamente por cuatro componentes o dimensiones: un modelo de conocimiento experto, un modelo de estudiante, un modelo didáctico y una interface.

Las posibilidades educativas y didácticas de los mismos son altamente prometedores y en constante avance. Siguiendo a González (2004), las actuales líneas de investigación en la aplicación de los principios de la inteligencia artificial a la educación se podrían sintetizar en las siguientes: metateorías del conocimiento experto; razonamiento causal y simulación cualitativa; sistemas de autor para STI; nuevas arquitecturas basadas en agentes; modelado del alumno y diagnóstico cognitivo; sistemas de aprendizaje colaborativo; multimedia; sistemas de enseñanza basados en Internet; estándares de objetos de aprendizaje y modelos de referencia; sistemas basados en dialogo y lenguaje natural.

Estas aplicaciones nacieron, como hemos indicado, siguiendo los planteamientos conductistas de la enseñanza programada, pero posteriormente adoptaron las tesis del procesamiento de la información a través de los denominados ITS (Intelligents Tutorial Systems) y en el presente, como ya hemos señalado

anteriormente, se combinan con nuevos enfoques como el *microlearning* apoyado en la presencia de robots virtuales, bots conversacionales, y en la presentación de unidades formativas diferenciales a los estudiantes en función de patrones de comportamiento de este. En este sentido, el concepto de *learning analytics* o analíticas del aprendizaje (Larsson y White, 2014) está permitiendo abrir la posibilidad de poder conocer y extraer con racionalidad modelos o patrones el comportamiento de los individuos en la interacción con la tecnología en los procesos de aprendizaje y, en consecuencia, predecir su potencial éxito académico. De este modo, las analíticas para el aprendizaje, se constituyen como una herramienta útil no solo para la toma de decisiones del docente sobre la actuación de sus estudiantes en un entorno virtual de formación, sino también para poder diseñar itinerarios adaptativos a las diferentes necesidades y actuaciones de los estudiantes.

De forma paralela, desde el ámbito de las ciencias computacionales, se ha desarrollado el concepto de *Machine Learning* (Michalski, Carbonell y Mitchell (1983) o aprendizaje automático, donde el eje central no es tanto el aprendizaje humano a través de tecnologías, sino el aprendizaje que pueden adquirir las propias máquinas para desarrollar habilidades similares a las humanas relacionadas con la cognición como son el análisis, discriminación, clasificación o toma de decisiones. Es un ámbito de investigación y desarrollo informático actualmente en alza, entre otras razones, por el crecimiento exponencial de los datos almacenados en millones de servidores del ciberespacio (Big Data), el progreso en las técnicas de procesamiento de grandes volúmenes de información (minería de datos), así como en los avances de la ingeniería de computación. En otras palabras, el machine learning se basa en el desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático de las máquinas para que adquieran y ejecuten capacidades de procesamiento de información similares a las humanas sin la necesidad de que sean programadas.

1.3. EL ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA EN EL APRENDIZAJE A TRAVÉS DE LA RED

Las tesis constructivistas del aprendizaje han impregnado de forma vigorosa la investigación sobre medios y tecnologías para la enseñanza, sobre todo de naturaleza digital, de modo creciente en los últimos veinte años, siendo, actualmente, un campo de alto interés tanto en la psicología educativa, en la ingeniería de la computación aplicada a la enseñanza, así como en la tecnología educativa. El libro de Duffy y Jonassen (1992) *Constructivism and the Technology of Instruction* fue pionero en esta dirección. La tesis básica es que las nuevas formas de representación de la información (hipertextos, multimedia, transmedia) y de interacción humano-máquina facilitan que el sujeto usuario de los medios digitales se convierta en un sujeto activo, constructor de conocimientos, más que un mero receptor de los mismos.

**CUADRO 2. PRINCIPIOS DE LA PSICOLOGÍA CONSTRUCTIVISTA
PARA EL DISEÑO DE ENTORNOS DE APRENDIZAJE (JONASSEN, 1994)**

- los ambientes de aprendizaje constructivistas deben ofrecer múltiples representaciones de la realidad,
- las representaciones deben evitar la simplificación y deben representar la complejidad del mundo real,
- los ambientes constructivistas de aprendizaje deben enfatizar la construcción del conocimiento más que la reproducción del mismo,
- los ambientes de aprendizaje deben ofrecer tareas en contextos reales de significado más que enseñanza abstracta descontextualizada,
- se deben ofrecer entornos de aprendizaje basados en casos reales más que secuencias predeterminadas de enseñanza,
- se debe incrementar la reflexión intelectual sobre la experiencia, se debe aumentar la elaboración del conocimiento dependiente del contexto y del contenido,
- los ambientes de aprendizaje constructivistas deben apoyar la construcción colaborativa del conocimiento a través de la negociación social, no de la competición entre alumnos.

Jonassen (1994), Kanuka y Anderson (1999)², Gros (2002), Coll y Moneiro (2008), entre otros, han sistematizado los diferentes tipos o corrientes de la psicología constructivista y sus aplicaciones prácticas con relación al uso de la tecnología en la educación (ver cuadro 2).

La aplicación del constructivismo en la creación de entornos de aprendizaje apoyados en ordenadores comenzó hace treinta años. Frente a la EAO, cuya tesis básica consistía en que se aprende a través de recepción de la información y de la ejercitación de la misma, en los inicios de los años setenta, S. Papert, investigador del MIT (Massachusetts Institute of Technology), desarrolló un proyecto de utilización de ordenadores para la enseñanza apoyado en el supuesto de que el conocimiento es básicamente producto de una experiencia reconstruida por los sujetos. Por ello, el ordenador, más que una máquina que enseña, se convierte en un instrumento o recurso a través del cual tener experiencias potencialmente educativas.

El equipo de Papert desarrolló un lenguaje específico de programación de software educativo denominado LOGO. Partiendo de las aportaciones en inteligencia artificial, junto con los avances en psicología educativa, elaboraron una teoría del aprendizaje con ordenadores y comenzaron la construcción de las herramientas informáticas apoyadas en la misma. Apoyándose en las tesis de Piaget y en su teoría evolutiva del aprendizaje, que indica que los

² Estos autores identifican cuatro corrientes: el constructivismo cognitivo, el constructivismo, el constructivismo situado y el constructivismo radical, en función de la polaridad de conocimiento construido individualmente-socialmente y conocimiento subjetivo-conocimiento objetivo.

niños pueden aprender por sí solos, sin la intervención de adultos, actuando y manipulando los elementos del entorno, el principal objetivo del LOGO fue precisamente crear las condiciones para que los alumnos adquirieran la mayor cantidad y calidad de conocimientos mediante la experimentación e interacción con ordenadores. El proyecto LOGO tuvo amplia difusión en los ambientes académicos y especializados en informática educativa de los años ochenta en gran parte del mundo.

Otra de las direcciones de aplicación de las tesis constructivistas a la enseñanza con tecnologías es la de la aplicación de la metodología didáctica de aprendizaje basada en proyectos (ABP). La misma es quizás la que más impacto y desarrollo está teniendo principalmente en el ámbito escolar. Existen en la actualidad una variedad de métodos de utilización de los recursos de Internet destinados a potenciar el aprendizaje por descubrimiento y la colaboración entre alumnos. Uno de los más veteranos es el denominado WebQuest, que, en pocas palabras, consiste en una estrategia de descubrimiento guiado para que el alumnado desarrolle un proyecto de estudio utilizando los recursos de la *www*. *Webquest* significa indagación, investigación a través de la web. Originariamente fue formulado a mediados de los años noventa por Bernie Dodge y Tom March. La idea inicial con la que se creó la metodología de trabajo basada en WebQuest fue desarrollar en el alumnado la capacidad de navegar por Internet teniendo un objetivo claro, aprender a seleccionar y recuperar datos de múltiples fuentes y desarrollar las habilidades de pensamiento crítico (Adell, 2004).

La realización de una WebQuest consiste básicamente en que el profesor identifica y plantea un tópico/problema y a partir de ahí crea una web en la que presenta la tarea al alumnado, le describe los pasos o actividades que tienen que realizar, les proporciona los recursos on line necesarios para que los alumnos por sí mismos desarrollen ese tópico, así como los criterios con los que serán evaluados. Una WebQuest se compone de seis partes esenciales: Introducción, Tarea, Proceso, Recursos, Evaluación y Conclusión.

Por otra parte, otro método de amplia difusión es el denominado «aula al revés» o *flipped classroom* (Bergmann y Sams, 2012; Tourón, Santiago y Díez, 2015; Santiago y Bergmann, 2018). Consiste básicamente en una estrategia metodológica basada en la pedagogía activa donde se empaqueta la información o conocimiento que tienen que adquirir los estudiantes en un medio tecnológico (suele ser un vídeo en línea) para que estos puedan estudiarlo fuera del aula (por ejemplo, en casa), de modo que el tiempo escolar se concentre en la cumplimentación de actividades.

El supuesto básico es que las situaciones presenciales de interacción entre el docente y los estudiantes deben basarse en la realización de proyectos o tareas prácticas de aplicación o construcción del conocimiento, y no en la recepción pasiva de información. Dicho en otras palabras, se pretende «dar la vuelta» a la enseñanza tradicional, donde el tiempo de clase consiste en que el profesor

explica los contenidos para que el alumnado los reciba, y el tiempo extraescolar supone que el alumnado realiza ejercicios o tareas. Con este enfoque se invierte el modelo tradicional, ya que la tecnología tiene el potencial de ofrecer el conocimiento para que el alumnado interactúe con el mismo cuando quiera y de forma autónoma.

1.4. EL ENFOQUE SOCIOCULTURAL DEL APRENDIZAJE COLABORATIVO EN LÍNEA

Este cuarto enfoque se apoya en las aportaciones de la psicología sociocultural procedentes de L. Vigotsky y posteriores desarrollos (Brunner, Cole, Rogoff, Wertsch...), en cuanto se concibe al aprendizaje fundamentalmente como un proceso derivado de la interacción social entre personas desarrollado en determinadas situaciones y contextos culturales. De este modo, el lenguaje, las formas y sistemas comunicativos son herramientas culturales sobre las que cada individuo construye su aprendizaje interactuando con otros.

En estos últimos años, como consecuencia de la expansión de la tecnología digital, ha cobrado fuerza el supuesto de que los entornos virtuales tienen el potencial de generar situaciones comunicativas bajo las cuales unos sujetos aprenden de otros a través de la interacción mediada tecnológicamente (Crook, 1998; Onrubia, Colominay Engel, 2008; Rubia y Guitert, 2014). Por una parte, el concepto de *red social*—configurada y entendida como una comunidad de individuos interconectados que comparten información y conocimiento—, y por otra lo que se conoce como el *trabajo colaborativo mediado por tecnología*—también referido por las siglas CSCW, Computer-Supported Collaborative Work— configuran un ecosistema social del ciberespacio donde las personas, mediante herramientas o recursos digitales de diversa naturaleza publican, difunden, comparten datos, informaciones o producciones (textos, blogs, wikis, fotos, canciones, vídeos, foros...) de forma abierta y compartida formando lo que algunos autores denominan como «inteligencia colectiva» (Levy, 1998).

Las razones o argumentos que se pueden ofrecer y que justifican la necesidad de utilizar los espacios virtuales para el trabajo colaborativo son variados (Area y Guarro, 2013), pero pueden sintetizarse en dos:

- a) Los recursos que proporciona Internet (el correo electrónico, los foros, los espacios de publicación y almacenamiento virtual, los blogs, los wikis, los intercambios de ficheros entre redes de usuarios, chats, las videoconferencias...) permiten extender más allá de la presencialidad o encuentro físico la comunicación entre cada uno de los miembros del grupo. Es decir, una red o espacio virtual de trabajo hace posible que cualquier sujeto perteneciente a un colectivo pueda estar en contacto permanente con los demás independientemente del lugar en el que se encuentre. Los recursos de

Internet permiten, en este sentido, superar las limitaciones que impone el espacio físico y el tiempo.

- b) El otro argumento está vinculado con el concepto de gestión del conocimiento entendido como «el conjunto de actividades desarrolladas para utilizar, compartir, desarrollar y administrar los conocimientos que posee una organización y los individuos que en esta trabajan, de manera de que estos sean encaminados hacia la mejor consecución de sus objetivos». En este sentido podemos sugerir que una buena «gestión del conocimiento» permitirá que unos miembros de una red o comunidad aprendan de los otros.

El trabajo colaborativo a través de la Red presenta dos componentes básicos: el tecnológico y el humano. El *componente tecnológico* lo conforman los sistemas de comunicación como el teléfono, el correo electrónico, la videoconferencia, etc.; los espacios compartidos donde dos o más personas pueden trabajar sobre un mismo documento simultáneamente (p.e., pizarra o documentos en línea compartidos); los espacios donde se pueden almacenar, acceder, modificar y manipular archivos; la posibilidad de realizar actividades conjuntas (como lluvia de ideas, votaciones, etc.). El *componente humano* estaría integrado por la manera en que las personas organizan su trabajo y se comunican; la gestión de grupos; aspectos relacionados con el diseño del trabajo en grupo; y la dinámica de grupos, la forma en que la gente colabora (ver figura 3).

Actualmente los proyectos y experiencias de educación a distancia apoyados en el uso de redes telemáticas son uno de los terrenos de mayor experimentación de los principios del constructivismo sociocultural. El denominado método, incluso algunos autores hablan del paradigma, CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) (Koschmann, 1996), el aprendizaje situado, el CSILE (Computer Supported Intentional Learning Environment) son algunas de las propuestas y experiencias de trasladar conceptos vigotskianos, como puede ser el de ZDP y de la internalización, a entornos de enseñanza y aprendizaje que apoyados en ordenadores impliquen la interacción colectiva de varios sujetos en la resolución de proyectos y/o situaciones problemáticas.

Una tecnología educativa representativa de este enfoque son los denominados MOOC o Cursos Masivos Online Abiertos. Desde sus propuestas iniciales desarrolladas por Siemens y Downes basadas en la denominada teoría conectivismo (Siemens, 2005), hasta la actualidad, el fenómeno de los MOOC se ha extendido y generalizado por todo el mundo. En estos momentos existen numerosas plataformas que ofertan cursos MOOC creados en muchos casos por universidades, instituciones, fundaciones o por cualquier otro grupo, destinados a ofertar formación online gratuita para muchas personas. Estos cursos se ofertan a través de plataformas como, por ejemplo, Coursera, Edx, Udacity, Uned Abierta, Miríada X. Lo sustantivo de estos cursos es la comunicación e interacción social entre los participantes para que se produzca aprendizaje entre pares. También existe una variante de MOOC denominados como NOOC que

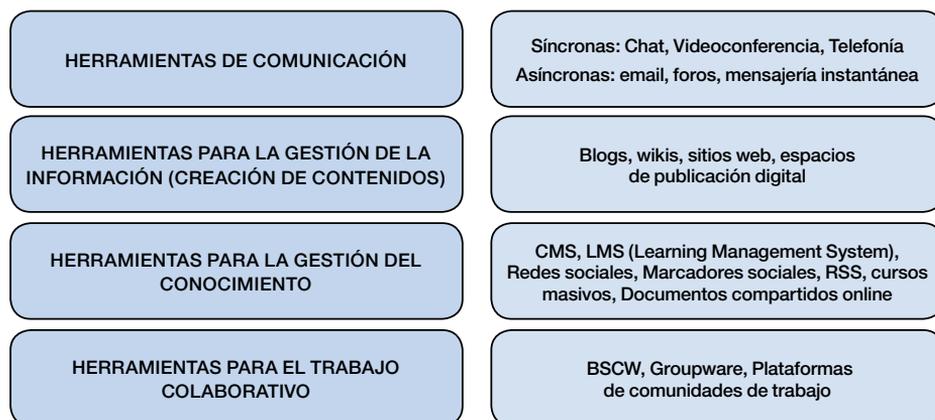


Figura 3. Herramientas para el trabajo grupal en línea.

son nanocursos, es decir, de corta duración y muy focalizados en un contenido o habilidad concreta.

2. FUNDAMENTOS Y ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS PARA UNA TECNOLOGÍA EDUCATIVA

2.1. PRINCIPIOS PEDAGÓGICOS PARA UNA TECNOLOGÍA EDUCATIVA

Con la expansión de las nuevas formas de producción, difusión y acceso al conocimiento en la Red y de la demanda de nuevas de competencias para actuar de forma creativa, autónoma y colaborativa en el contexto de una sociedad compleja y global, el paradigma de la pedagogía activa está cobrando una especial relevancia y presencia en los discursos y las prácticas de enseñanza y aprendizaje de los sistemas educativos.

Los fundamentos y principios teóricos de la pedagogía activa tienen ya cien años. Estos se apoyan en las aportaciones de los autores y pensadores de la Escuela Nueva (Dewey, Montessori, Decroly, Kilpatrick...), de la teoría alfabetizadora (Freire), de los principios constructivistas del aprendizaje (Piaget, Bruner), del aprendizaje social (Vigotsky)... pero releídos y adaptados a los nuevos contextos sociales, culturales y tecnológicos de la sociedad del siglo XXI. Esta relectura significaría desarrollar una pedagogía o modelo de práctica de enseñanza-aprendizaje apoyada en las TIC que persigue:

- Formar al alumnado como sujeto activo que reconstruye y da significado a la multitud de información que obtiene extraescolarmente en los múltiples medios de comunicación de la sociedad del siglo XXI y desarrollar las competencias para utilizar de forma inteligente, crítica y ética la información.
- Plantear problemas/proyectos de interés y con significación para que los propios alumnos articulen planes de trabajo y desarrollen las acciones necesarias con las tecnologías, cara a construir y obtener respuestas satisfactorias a los mismos de forma que aprendan a expresarse y comunicarse a través de las distintas modalidades y recursos tecnológicos.
- Organizar tareas y actividades que impliquen la utilización de la tecnología por parte de los estudiantes que demanden el desarrollo de procesos de aprendizaje colaborativo entre los alumnos de la clase y entre otras clases geográficamente distantes.
- Asumir que el papel del docente en el aula debe ser un organizador y supervisor de actividades de aprendizaje que los alumnos realizan con tecnologías, más que un transmisor de información elaborada.
- Desarrollar un modelo de evaluación continua y formativa de las diversas actividades y productos generados durante todo el proceso de aprendizaje, en la creación por parte de los estudiantes de espacios personales de aprendizaje y e-portafolios, en la utilización de rúbricas tanto para la evaluación entre pares como la autoevaluación.

Las pedagogías activas basadas en la utilización de las TIC, en pocas palabras, pudiéramos caracterizarlas por los siguientes rasgos (ver figura 4).

En esta dirección, Gros (2015) señala que cuatro serían los ejes de una nueva pedagogía para la formación a través de los espacios digitales en el contexto de la sociedad del conocimiento: la personalización, el aprendizaje activo, el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje autónomo o autodirigido.

Desde nuestro punto de vista, y de forma similar a lo planteado por Gros, pudiéramos señalar cuatro elementos o rasgos definitorios de un enfoque integrado de la tecnología educativa derivado de los principios de la pedagogía activa. Estos son los siguientes:

Aprendizaje autónomo y flexible

Las tecnologías digitales tienen la poderosa capacidad de reaccionar de modo diferenciado ante la interacción del humano con las mismas. En consecuencia, las experiencias humanas con las máquinas tienden a ser únicas y singulares en función de la actividad realizada por el sujeto. Frente a la enseñanza tradicional en clases presenciales, donde el docente regula los comportamientos y actividades del alumnado de su grupo-clase, la enseñanza virtual gira en torno

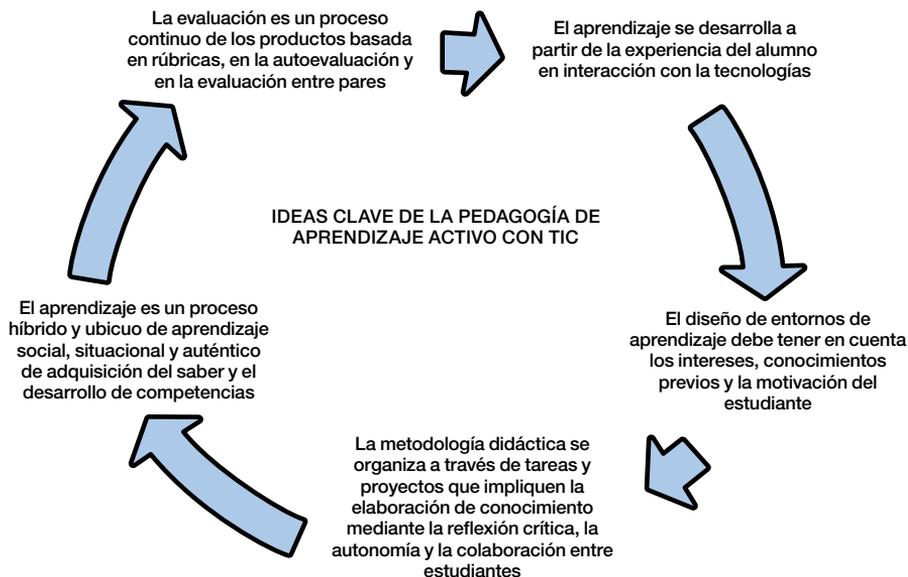


Figura 4. Ideas clave de la pedagogía de aprendizaje activo con TIC.

a la acción autónoma de cada estudiante en el marco o contexto de dicho entorno digital. Frente a la rigidez de los horarios de la clase presencial, la enseñanza en línea permite autorregular el momento y los tiempos de acceso y trabajo en los espacios virtuales formativos. Por ello, cualquier propuesta formativa digital debe elaborarse con la finalidad del desarrollo de procesos de aprendizaje que sean autorregulados, autónomos y, en consecuencia, flexibles, es decir, adaptables a las características, necesidades o intereses de cada estudiante.

Desarrollo de un proceso de actividad-reflexión-construcción conocimiento

El aprendizaje no se produce simplemente y de forma automática por el mero hecho de realizar una acción o tarea, sino por la reflexión sobre la misma. En otras palabras, podemos decir que el aprendizaje consiste básicamente en extraer consecuencias o conclusiones sobre una experiencia de forma que el sujeto reconstruya el conocimiento que posee y lo reorganice en función del nuevo aprendizaje. Los entornos o espacios formativos digitales deben tener en cuenta este principio de modo que los retos o tareas que planteen a los estudiantes debieran propiciar este proceso o ciclo de cumplimentar una actividad, solicitar

la reflexión o análisis sobre la misma y extraer algún tipo de conclusiones, sean de naturaleza conceptual o procedimental.

El alumno como creador de contenidos digitales en múltiples formatos

Cualquier propuesta pedagógica innovadora en línea debiera focalizar su atención en que el alumno aprenda creando, explorando, indagando y construyendo con todos los recursos disponibles en la Red. La meta es que los estudiantes deben aprender a expresarse y comunicarse a través de múltiples lenguajes, formatos y situaciones. Deben aprender a expresarse mediante textos cortos y telegráficos, pero también largos, como son los ensayos argumentativos. Expresarse mediante imágenes y gráficos como son las fotografías, dibujos, esquemas o mapas. Expresarse en formatos audiovisuales o de imágenes en movimiento con sonido a través de documentales, videoclips, o narraciones audiovisuales de ficción. Expresarse con hipertextos creando documentos con links o enlaces como pueden ser los murales o pósteres digitales, las líneas de tiempo o páginas web. Expresarse en formatos multimedia donde se combine todo lo anterior en un blog, en una wiki o en un sitio web personal. En definitiva, el reto educativo con el uso de los recursos digitales es que el alumno no sea un mero consumidor de información o contenidos que lee en un libro de texto o ve en un vídeo, sino que construye sus propios contenidos empleando las múltiples y polivalentes herramientas que están disponibles en la Internet.

Aprender colaborativamente

Las TIC, como ya hemos indicado, permiten que el alumnado pueda trabajar colaborativamente con otros grupos de alumnos pertenecientes a geografías, espacios o territorios alejados. Instrumentos tales como el correo electrónico, el foro, los chats, las redes sociales o las videoconferencias son recursos que posibilitan el desarrollo de actividades y tareas entre grupos de alumnos y/o docentes que sin los mismos serían prácticamente inviables. La colaboración e intercambio de materiales, unidades didácticas o experiencias pedagógicas entre docentes se pueden articular y facilitar organizando sitios web, redes sociales educativas o espacios virtuales con esta finalidad. Lo destacable es que las TIC, a diferencia de las anteriores tecnologías como la impresa o audiovisual, además de ser soportes para la transmisión y difusión de información, son recursos que facilitan e incrementan la interacción comunicativa entre los sujetos superando las limitaciones representadas por las barreras geográficas y/o temporales, lo que implica que el alumnado debe desarrollar nuevas y variadas competencias intelectuales, actitudinales y sociales para desenvolverse de forma inteligente ante estas tecnologías.

CUADRO 3. MODELOS Y ESTRATEGIAS ACTUALES DE LA TECNOLOGÍA EDUCATIVA
(Area y Sannicolás, 2017)

| | |
|---|---|
| <i>E-learning</i> | Es el desarrollo de procesos de enseñanza-aprendizaje basado en plataformas LMS (Learning Management System) totalmente virtuales o apoyados en medios tecnológicos combinándolos con sesiones presenciales, en este caso se denominaría b-learning. |
| <i>B-learning</i> | Combina las clases presenciales con las sesiones virtuales. El grado de implantación de las sesiones virtuales puede ser muy variable. Hay docentes que utilizan principalmente un modelo presencial, usando los recursos tecnológicos como algo complementario donde ponen a disposición de los estudiantes sus materiales. Sin embargo, es posible ir más allá utilizando los espacios virtuales para recoger procesos de interacción y actividad de los estudiantes combinándolo con las sesiones presenciales. |
| <i>M-learning o aprendizaje móvil</i> | El desarrollo de los teléfonos inteligentes y tabletas..., así como la extensión de su uso está haciendo posible que estas herramientas constituyan un medio más para acceder a la información, por lo que se identifica también como un soporte que puede permitir el acceso a los recursos de aprendizaje. Este planteamiento conecta con el de aprendizaje ubicuo en el sentido de que cualquier persona con una tecnología móvil puede acceder al conocimiento desde cualquier sitio y momento. |
| <i>Aprendizaje ubicuo</i> | Concepto similar al anterior que se refiere a que los avances tecnológicos ofrecen a los usuarios una mayor flexibilidad en las actividades de aprendizaje ya que con la tecnología adecuada y conectada a la Red permite acceder a los entornos y recursos de aprendizaje en línea. El aprendizaje ubicuo va vinculado con el desarrollo de nuevas estrategias de aprendizaje activo. |
| <i>Aulas virtuales</i> | Las aulas virtuales son uno de los instrumentos de gestión de la actividad del profesor con su grupo de estudiantes que más se ha consolidado. Se trata de un espacio, generalmente de la propia institución educativa, donde el profesorado puede incorporar materiales, actividades, espacios de comunicación y estrategias de evaluación para el seguimiento del proceso de aprendizaje de los estudiantes. La plataforma más conocida quizás sea Moodle. |
| <i>Entornos personales de aprendizaje (PLE)</i> | Son aplicaciones web que permiten a los estudiantes gestionar sus propios recursos de aprendizaje construyendo un mapa de contenidos y recursos que les resultan de utilidad. La construcción de un PLE exige cierto dominio del uso de la tecnología y la configuración de redes de aprendizaje. |
| <i>Flipped classroom</i> | Es un nuevo planteamiento metodológico donde el profesor ofrece a sus estudiantes recursos de consulta para que los tengan a su disposición fuera del horario escolar, de forma que cuando lleguen al colegio desarrollen actividades relacionadas con los recursos disponiendo de la ayuda del profesor como guía de su proceso de aprendizaje. |
| <i>MOOC</i> | (Massive Open Online Courses) Cursos Online Masivos y en Abierto. Muchas universidades se han sumado a plataformas donde se ofrecen cursos gratuitos de acceso masivo, como, por ejemplo, Coursera, Edx, Udacity, Uned Abierta, Miriada X. Lo sustantivo de estos cursos es la comunicación e interacción social entre los participantes para que se produzca aprendizaje entre pares. También existe una variante de MOOC denominados como NOOC, que son nanocursos, es decir, de corta duración y muy focalizados en un contenido o habilidad concreta. |

| | |
|--|---|
| <i>Open badges</i> | Es un sistema de reconocimiento y verificación de los aprendizajes y competencias que los usuarios adquieren a través de recursos en línea adscritos previamente al sistema Open Badges. |
| <i>Microlearning</i> | También conocido como microaprendizaje y consiste en la presentación de pequeñas unidades de contenido interconectadas y de actividades de corta duración. Esta modalidad está teniendo éxito en acciones formativas a través de telefonía móvil como es el aprendizaje de idiomas, informática o conocimientos procesuales. |
| <i>Webquest</i> | Las webquest son una variante del aprendizaje por proyectos que se caracterizan por plantear a los estudiantes retos de investigación a través de la Red. Estos proyectos son guiados, en mayor o menor grado, a través de un entorno web estructurado que establece el problema o tarea a abordar, los recursos y procedimientos y el producto final. Hace unos atrás estuvieron muy difundidos en los ámbitos escolares siendo implementados por muchos docentes interesados en las tecnologías. |
| <i>Mundos virtuales</i> | Los entornos de simulación en tres dimensiones permiten a los participantes interactuar accediendo a una plataforma a través de Internet de manera similar a como lo haría en un entorno real a través de avatares, sobre un espacio que es flexible y que permite un diseño adaptado a las necesidades del docente y sus estudiantes en función de los aspectos a trabajar para cada sesión, lo que requiere una planificación específica. |
| <i>Realidad aumentada</i> | La realidad aumentada combina la imagen real superponiendo información o imágenes de elementos virtuales. Aplicada a la educación permite la interacción con el entorno real destacando a través de elementos virtuales aquellos aspectos que sean de especial interés para el aprendizaje. |
| <i>Gamificación o ludificación</i> | Aplicación de connotaciones de juego a áreas no relacionadas directamente, lo que permite proponer retos a superar, generando motivación hacia la tarea propuesta. Podemos diferenciar entre juegos educativos y juegos serios. Juegos educativos: son aquellos en los que se trata de alcanzar el aprendizaje de un contenido o un procedimiento a través de estructuras de juego. Juegos serios: son aquellos que permiten completar tareas y obtener puntos, colaborando a la vez en diferentes proyectos. |
| <i>Pensamiento computacional</i> | Se refiere al desarrollo de programas formativos dirigidos a que los estudiantes adquieran y desarrollen estrategias de resolución de situaciones problemáticas de modo similar a como se abordan en las ciencias de la computación. El pensamiento computacional implica análisis crítico de un problema, modelar y descomponer los elementos del mismo, procesar datos, crear algoritmos, proponer y diseñar soluciones, chequearlas en contextos reales, redefinirlas y generalizarlas. Es una competencia que se considera relevante para desenvolverse exitosamente en un mundo digital. |
| <i>Entornos inteligentes adaptativos</i> | Los denominados entornos de aprendizaje inteligentes o adaptativos están basados en la aplicación de la inteligencia artificial a la formación. Se caracterizan por tener, en base a la elaboración de patrones de aprendizaje derivados del Big Data educativo, la potencialidad de que los entornos formativos digitales se adapten de modo continuado a las características de cada sujeto en función de su interacción y comportamiento con la tecnología. |

| | |
|-----------------------------------|--|
| <i>Robótica educativa</i> | La robótica educativa consiste en trabajar en el ámbito educativo con herramientas tecnológicas (pueden ser robots tangibles) utilizándolas para resolver un problema. La robótica educativa implica el diseño de aplicaciones informáticas destinadas a que ciertos objetos actúen autónomamente al servicio de una determinada funcionalidad. Este enfoque didáctico se caracteriza por trabajar por proyectos de modo globalizado desde distintas áreas: Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas, entre otras, fomentando el razonamiento, el pensamiento crítico y la creatividad. |
| <i>Análíticas del aprendizaje</i> | Por analíticas de aprendizaje o métricas de aprendizaje se hace referencia al análisis de la información que el alumnado genera cuando participa en un entorno virtual, como puede ser el caso de las aulas virtuales, redes sociales u otros. Podemos analizar, no solo los resultados de las actividades, también los recursos que se consultan, interacciones, etc. Estos datos permitirán tomar decisiones con el objetivo de optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje ya sea para el grupo completo o para un alumno/a concreto con necesidades específicas de apoyo, refuerzo o profundización. |

2.2. ALGUNOS MODELOS Y ESTRATEGIAS EMERGENTES PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE CON TIC

La combinación de los principios educativos que hemos señalado derivados del movimiento de la Pedagogía del aprendizaje activo, de las teorías del aprendizaje y de los actuales desarrollos tecnológicos (conexión en la nube, web social, interactividad, realidad aumentada, transmedia...) está provocando que distintos autores hablen de la aparición de pedagogías emergentes entendidas como «el conjunto de enfoques o ideas pedagógicas, todavía no bien sistematizadas, que surgen alrededor del uso de las TIC en educación y que intentan aprovechar todo su potencial comunicativo, informacional, colaborativo, interactivo, creativo e innovador en el marco de una nueva cultura del aprendizaje» (Adell y Castañeda, 2012).

Entre estas metodologías, o pedagogías emergentes, podríamos citar la metodología de aprendizaje por proyectos en la Red, los PLE (Personal Learning Environment) o entorno personal de aprendizaje, el E-portafolio, el flipped classroom (o clase al revés); el aprendizaje servicio online; el aprendizaje móvil mediante los dispositivos propios del alumnado; el Pensamiento computacional; la Robótica Educativa; el aprendizaje aumentado, la Gamificación, y otras propuestas innovadoras que en la actualidad están poniéndose en práctica. Véanse también los informes anuales del New Media Consortium (NMC), donde se predice el desarrollo de tecnologías en la educación a corto, medio y largo plazo (Adams y otros, 2017).

Presentamos una síntesis en el cuadro 3 (Area y Sannicolás, 2017) donde se hace inventario de aquellos modelos o estrategias de uso educativo de las tecnologías digitales y el ciberespacio en los que subyace una pedagogía basada en la organización de actividades que demandan la participación individual y social de los estudiantes. Somos conscientes de que se entremezclan conceptos, propuestas y modalidades didácticas de diversa naturaleza, pero que convergen en el intento de facilitar procesos de enseñanza-aprendizaje mediados por tecnología destinados a favorecer el aprendizaje activo para la construcción del conocimiento, y no por la mera recepción y repetición del mismo.

3. A MODO DE CONCLUSIONES

Hace cuarenta años, cuando empezaron a aplicarse los ordenadores a la educación y enseñanza, existían muchas promesas y expectativas de que estos innovarían y mejorarían la calidad y cantidad de los procesos de aprendizaje. En este sentido, se mantuvo una posición ingenua y mecanicista del potencial pedagógico de la informática con relación al aprendizaje. Es decir, se confió, quizás en exceso, en que las máquinas podrían superar muchas de las limitaciones y deficiencias de los docentes: las máquinas no se equivocan, no se cansan, y pueden atender a un número ilimitado de alumnos. Por ello, el acento de los investigadores y expertos en tecnología educativa se puso en el diseño y desarrollo de software educativo. El problema, desde esta perspectiva, estaba en crear programas informáticos que fueran coherentes con los modelos teóricos del aprendizaje y, de este modo, guiaran adecuadamente al alumno en su proceso de aprendizaje. El acento estaba más en la máquina que en los humanos. Esto fue congruente con los planteamientos tanto de la psicología conductista como del procesamiento de la información, ya que las potencialidades de los ordenadores se adecuaban a un método de enseñanza basado en la transmisión de información de forma expositiva en grados diversos de dificultad.

Sin embargo, hoy en día sabemos que la enseñanza es fundamentalmente una actividad de interacción social, y que el aprendizaje es un proceso complejo sometido a múltiples variables de diversa naturaleza. Las tesis constructivistas ponen el acento en la actividad y experiencia del sujeto en interacción con su entorno sociocultural. El aprendizaje, en consecuencia, es un proceso de reconstrucción de significados que cada individuo realiza en función de su experiencia. Por ello, la tecnología, desde estas posiciones, no debe ser el eje o centro de los procesos de enseñanza, sino únicamente un elemento mediador entre el conocimiento que debe construirse y la actividad que debe realizar el alumnado. El protagonista debe ser el propio humano, que, en colaboración con otros sujetos, desarrolla acciones con la tecnología.

Como puede observarse, el panorama actual de las tendencias, retos, metodologías y/o estrategias de utilización educativa de las TIC está en constante

crecimiento y representa un variado caleidoscopio de modelos y modalidades de educación digital para los próximos años. Todas las expuestas anteriormente, de una forma u otra, en menor o mayor grado, asumen que el aprendizaje debe ser activo, centrado en la actividad cognitiva, social y emocional del estudiante. Las mismas coinciden en querer superar procesos de aprendizaje repetitivos o mecánicos del conocimiento basado en la lección magistral y los libros de texto, planteando por el contrario situaciones didácticas que impliquen aprendizajes basados en retos, tareas y proyectos de forma que estimulen en el alumnado experiencias activas para interactuar y construir socialmente con el conocimiento a través de tecnologías y entornos digitales.

La tecnología educativa tiene el desafío de generar el conocimiento científico útil y necesario para formar adecuadamente a la ciudadanía de la sociedad digital tanto del presente como del futuro. Es indudable que las pedagogías del saber repetitivo de la escuela del pasado siglo xx ya no son eficaces para las necesidades educativas de un alumnado que vive sumergido en un ecosistema en constante transformación donde las máquinas cada vez son más inteligentes y toman decisiones sin la intervención humana. En otras palabras, frente a la pedagogía expositiva del saber reproductivo, necesitamos pedagogías activas para aprender a vivir en un contexto sociocultural de conocimiento líquido.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, S., CUMMINS, M., DAVIS, A., FREEMAN, A., HALL GIESINGER, C. y ANANTHANARAYANAN, V. (2017). *NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium. <https://www.nmc.org/publication/nmc-horizon-report-2017-higher-education-edition/>.
- ADELL, J. (2004). Internet en el aula: las WebQuest. *E-dutec*, 17. DOI: <https://doi.org/10.21556/edutec.2004.17.530>.
- ADELL, J. y CASTAÑEDA, L. (2012). «Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes?», en J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino y A. Vázquez (coord.), *Tendencias emergentes en educación con TIC*. Barcelona, Asociación Espiral, Educación y Tecnología: http://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/29916/1/Adell_Castaneda_emergentes2012.pdf.
- AREA, M. (2004). «Máquinas que enseñan: una revisión de los métodos de enseñanza-aprendizaje con ordenadores». *Bordón. Revista de pedagogía*, vol. 56, n.º 3.4, pp. 483-491.
- AREA, M. y GUARRO, A. (2013). «Los entornos colaborativos en la formación *on line*», en Aguaded, I. y Cabero, J. (eds.), *Tecnologías y medios para la educación en la e-sociedad*. Madrid, Alianza Editorial: pp. 211-238.
- AREA, M. y SANNICOLÁS, B. (2017). «Las TIC y las pedagogías del aprendizaje experiencial». *Comunicación y Pedagogía*, n.º 299-300, pp. 16-21.
- BERGMANN, J. y SAMS, A. (2012). *Flip your Classroom: Reach Every Student in every class every day*. International Society for Technology in Education. ASCD <https://www.liceo-palmieri.edu.it/wp-content/uploads/2016/11/Flip-Your-Classroom.pdf>.
- COLL, C. y C. MONEREO, C. (eds.) (2008). *Psicología de la educación virtual. Enseñar y aprender con las tecnologías de la información y la comunicación*. Madrid, Morata.
- CROOK, Ch. (1998): *Ordenadores y aprendizaje colaborativo*. Madrid, Morata-MEC.
- CROOK, Ch. y SUTHERLAND, R. (2017). «Technology and Theories of Learning», en Duval, E., Sharples M., Sutherland, R. (eds.), *Technology Enhanced Learning. Research Themes*. Springer International Publishing AG 2017, DOI 10.1007/978-3-319-02600-8.
- DODGE, B. (2002). *The WebQuest Process Design*. Documento hipertextual on line. <http://webquest.sdsu.edu/designsteps/index.html>.
- DUFFY T.M. y Jonassen D.H. (eds.) (1992). *Constructivism and the technology of instruction*. New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

- GONZÁLEZ, C. (2004). «Sistemas inteligentes en la educación: una revisión de las líneas de investigación y aplicaciones actuales». *RELIEVE*: v. 10, n. 1, pp. 3-22.
- GROS, B. (2002). «Constructivismo y diseños de entornos virtuales de aprendizaje». *Revista de educación*, 328, pp. 225-247.
- GROS B. (2015). «La caída de los muros del conocimiento en la sociedad digital y las pedagogías emergentes». *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(1): 58-68. Disponible en http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/12702.
- HARASIM, L. (2012). *Learning Theory and Online Technologies*. New York, Routledge: http://www.uv.es/RELIEVE/v10n1/RELIEVEv10n1_1.htm.
- KANUKA, H. y ANDERSON, T. (1999). «Using Constructivism in Technology-Mediated Learning: Constructing Order out of the Chaos in the Literature». *Radical Pedagogy*, 1, 2. <http://www.icaap.org/iuicode>.
- KOSCHMANN, T. (ed.) (1996). *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- LARUSSON, J.A. y WHITE, B. (eds.) (2014). *Learning Analytics. From Research to Practice*. New York, Springer Science+Business Media: DOI 10.1007/978-1-4614-3305-7.
- LOWYCK, J. (2014). «Bridging Learning Theories and Technology-Enhanced Environments: A Critical Appraisal of Its History», en Spector, J.M., Merrill, M.D., Elen, J., Bishop, M.J. (eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. New York, Springer: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-1-4614-3185-5.pdf>.
- MAYER, R.E. (2010). «Learning with technology». En Dumont, H., Istance, D. y Benavides, F. (eds.) *The nature of learning. Using research to inspire practice*. París, Center for Educational Research and Innovation, OCDE.
- MICHALSKI, R.S., CARBONELL, J.G. y MITCHELL, T.M. (eds.) (1983). *Machine Learning: An Artificial Intelligence Approach*. New York, Springer.
- OCDE (2010). *Are the new millennium learners making the grade?: technology use and educational performance in PISA*. París, Centre for Educational Research and Innovation: Resumen en español en http://recursostic.educacion.es/blogs/europa/media/blogs/europa/informes/Are_the_new_millennium_learners_making_the_grade.pdf.
- OECD (2015). *Students, Computers and Learning: Making the Connection*, PISA, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239555-en>.
- ONRUBIA, J.; COLOMINA, R. y ENGEL, E. (2008). «Los entornos virtuales de aprendizaje basados en el trabajo en grupo y el aprendizaje colaborativo», en Coll, C. y C. Monereo, C. (eds.), *Psicología de la educación virtual. Enseñar y aprender con las tecnologías de la información y la comunicación*. Madrid, Morata.
- RUBIA, B. y GUITERT, M. (eds.) (2014). «¿La revolución de la enseñanza? El aprendizaje colaborativo en entornos virtuales (CSCL)». *Comunicar*, 42, vol. XXI. DOI: <http://dx.doi.org/10.3916/C42-2014-a2>.

- RUSSELL, S.J. y NORVIG, P. (2016). *Artificial intelligence: a modern approach*. Pearson Education, 3.ª edition, Malaysia.
- SALINAS, J. y MARÍN, V.I. (2014). «Pasado, presente y futuro del microlearning como estrategia para el desarrollo profesional». *Campus Virtuales*, vol. III, núm. 2, pp. 46-61. www.revistacampusvirtuales.es.
- SANTIAGO, R. y BERGMANN, J. (2018). *Aprender al revés. Flipped Learning 3.0 y metodologías activas en el aula*. Barcelona, PAIDÓS Educación.
- SIEMENS, G. (2005). «Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. International». *Journal of Instructional Technology & Distance learning*, 2 (1) http://www.itdl.org/journal/jan_05/article01.htm.
- SPECTOR, J.M., MERRILL, M.D., ELEN, J., BISHOP, M.J. (eds.) (2014). *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. New York, Springer: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-1-4614-3185-5.pdf>.
- TATNALL, A. y DAVEY, B. (eds.) (2014). *Reflections on the History of Computers in Education. Early Use of Computers and Teaching about Computing in Schools*. Springer, IFIP International Federation for Information Processing, DOI 10.1007/978-3-642-55119-2.
- TOURÓN, J., SANTIAGO, R. y Díez, A. (2015). *The Flipped Classroom: Cómo convertir la escuela en un espacio de aprendizaje*. Barcelona, Digital Text.