

Artículo publicado en

[Bordón. Revista de pedagogía](#), ISSN 0210-5934, Vol. 56, N° 3-4, 2004, pags. 483-491

Máquinas que enseñan. Una revisión de los métodos de enseñanza-aprendizaje con ordenadores

Manuel Area Moreira
Universidad de La Laguna

RESUMEN

En este artículo se ofrece una síntesis de los principales enfoques de enseñanza con ordenadores clasificados en función de las teorías del aprendizaje que les dan cobertura. Se describe la Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO) como la propuesta digitalizada de la enseñanza programada de corte conductista, los Sistemas Tutoriales Inteligentes como un método derivado de la psicología cognitiva del procesamiento de información, y se ejemplifican los principios constructivistas a través de proyectos como Logo o Webquest. Se concluye con la necesidad del desarrollo de métodos teóricamente eclécticos que asuman que el aprendizaje es una experiencia de interacción con el entorno sociocultural.

Desde que a mediados del siglo XX, Skinner propusiera el concepto de “máquinas de enseñar”, el desarrollo y preocupación por la utilización de los ordenadores en la enseñanza ha estado dominado por esta idea básica: ¿es posible lograr que un sujeto humano aprenda a través de la interacción, casi exclusiva, con una máquina?. La aparición de la informática y de sus posteriores desarrollos animó a numerosos investigadores del campo de la educación y la psicología a experimentar el uso de estas máquinas digitales en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Desde entonces hasta el presente se han propuesto y desarrollado distintos enfoques, métodos o paradigmas (en palabras de Koschmann, 1996) del uso de ordenadores en la enseñanza. Ciertamente los mismos varían entre sí notablemente tanto por los supuestos conceptuales y teóricos en los que se fundamentan como en el tipo de productos elaborados, pero comparten la idea central de que la enseñanza es susceptible de ser empaquetada, convertida en un producto final a través de un diseño instruccional distribuido a través de un ordenador. El supuesto de partida, en consecuencia, es que la máquina tiene el potencial de adaptar un programa, curso o unidad de enseñanza a las características individuales de los sujetos facilitando de este modo la flexibilidad y personalización de la formación frente a programas estándares y uniformes de enseñanza. De este modo, se supone que la enseñanza a través de ordenadores permitirá que cada sujeto no esté sometido a la rigidez de horarios y espacios para la enseñanza, sino que éste tendrá una mayor autonomía en decidir el ritmo, secuencia y momento de estudio adecuándolo a sus necesidades.

En las páginas que siguen ofreceré una revisión de los principales métodos o enfoques de enseñanza con ordenadores atendiendo a las tres teorías del aprendizaje más relevantes desarrolladas a lo largo del siglo XX: la teoría conductista, la teoría del procesamiento cognitivo de información y la teoría constructivista. Existen, por supuesto, distintas elaboraciones teóricas previas que han revisado la evolución del diseño, desarrollo y uso de ordenadores en la enseñanza (Delval, 1986; Solomon, 1987; Martí, 1992; Squires y McDougall, 1997; Gros, 2000; 2002). A efectos ilustrativos valgan los cuadros-síntesis elaborados por Gros (1987) o por Koschmann (1996). Asimismo es interesante ver el análisis realizado por Streibel (1993) sobre los modelos de enseñanza implicados en la informática educativa y de McMillan, Hawkings y Honer (1999) sobre las líneas de investigación en torno a la aplicación de la tecnología en la educación. Con relación a la potencial eficacia de los ordenadores en la enseñanza de ciertas materias académicas como las matemáticas o el lenguaje existen revisiones de metanálisis como las de Kulik

1. La tradición conductista. La Enseñanza Asistida por Ordenador (E.A.O.)

Fue en el contexto norteamericano de la década de los años cincuenta del siglo pasado cuando tuvieron lugar las primeras experiencias y proyectos de utilización de los ordenadores en la enseñanza. Los usos propiamente educativos de los ordenadores comienzan con la aparición del CAI (Computer Assisted Instruction) o en español EAO (Enseñanza Asistida por Ordenador). La EAO es quizás el enfoque de mayor tradición en Tecnología Educativa en estos últimos treinta años. De hecho, estas primeras experiencias desarrolladas bajo la cobertura teórica de la EAO sentaron las bases del posterior desarrollo de la informática educativa representando, según Koschmann, (1996) un paradigma o perspectiva concreta de diseño y evaluación de las tecnologías informáticas en la enseñanza apoyadas en la búsqueda de la eficacia.

La EAO es, ante todo, una propuesta de individualización de la enseñanza que pretende a través del ordenador, que el alumno adquiera el conocimiento estableciendo de forma autónoma su propio ritmo de enseñanza. Para Fernández (1983) la EAO es enseñanza programada a través de un medio informático que se caracteriza por asumir los cuatro principios fundamentales de la misma: el principio de las pequeñas etapas, del ritmo individual, de la participación activa, y de la respuesta inmediata. El primer ejemplo o experiencia de un software o tutorial de EAO correspondió 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 estos primeros proyectos de uso educativo de ordenadores fue: a) se almacena en la memoria del ordenador el contenido de estudio segmentado en unidades de estudio secuenciadas, b) este contenido se le presenta al alumno, c) se le evalúa, posteriormente, los conocimientos adquiridos, y d) si este resultado era positivo, se le presenta una nueva unidad de estudio, y así sucesivamente hasta completar el curso.

Estos programas se caracterizaban 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 del software subyace 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. Algunos de los proyectos pioneros de EAO desarrollados en el contexto norteamericano fueron:

El Computer Curriculum Corporation. Uno de los autores pioneros fue Patrick Suppes de la Universidad de Stanford y director del CCC (Computer Curriculum Corporation) fundado en 1967, y que elaboró software educativo para las distintas materias curriculares básicas (fundamentalmente matemáticas y lenguaje). El supuesto central de sus trabajos 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. En este sentido la pantalla del ordenador se asemeja a un libro de texto elaborado bajo los principios de la enseñanza programada ya que “el material didáctico se descompone en pequeños componentes y el alumno va siguiendo una secuencia de aprendizaje que cuenta con unas cuantas ramificaciones en función de sus propias respuestas” (Solomon, 1987, p. 40). Se ha criticado a Suppes, y por extensión al planteamiento de la EAO, que este tipo de proyectos poseen 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. Sin embargo, hay que reconocer que en los estudios evaluativos realizados en aquellos años, indicaron buenos resultados en el incremento del rendimiento académico en matemáticas con alumnos desfavorecidos que utilizaron los programas de EAO creados por el CCC (ver Solomon, 1987, pp. 39-41). Por el contrario este entorno de aprendizaje no consiguió resultados de aprendizaje con alumnos de clase media.

El proyecto PLATO (Programmed Logic for Automatic Teaching Operation). Fue creado en la Universidad de Illinois por un equipo dirigido por el prof. D. Bitzer. Consistía en un gran ordenador central al que se accedía a través de terminales que trabajaban en tiempo compartido mediante teclado y monitor de televisión. La arquitectura informática respondió a la visión dominante de aquella época, es decir, una estructura jerarquizada. El sistema PLATO presentaba tres tipos de secuencias diferenciadas: la principal, con el contenido mínimo que el alumno debe aprender; una ramificación para aquellos estudiantes que presentan problemas en la resolución de las tareas de la secuencia principal; y otra ramificación para alumnos que deseen una mayor profundización de los conocimientos de la secuencia principal. Las ventajas del sistema PLATO respecto a los primeros enfoques de la EAO es que se incorporaron otros tipos de programas como son las simulaciones y la resolución de problemas, además de los programas de ejercicios, así como que se ofrece al profesor un lenguaje específico denominado “Tutor” a través del cual éste puede crear o modificar el contenido existente.

Para Delval (1986) las ventajas de la EAO las resume del siguiente modo: 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 sobre todo a la tarea de memorización de la información; para aprendizajes que requieran la 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 alumno es poco creativo; se requieren respuestas correctas simples, pues el ordenador sólo es capaz de comparar, carácter a carácter, la respuesta del alumno con la o las que tiene almacenadas como buenas; no permite analizar las respuestas erróneas; y no facilita la interacción entre los alumnos.

La versión actualizada de la E.A.O. son los denominados programas educativos multimedia en soporte CD-ROM, también conocidos como multimedia educativo, y que en la década de los noventa tuvieron una gran difusión. Este tipo de materiales no sólo 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.). Ciertamente estos nuevos formatos digitales han superado muchas de las limitaciones y esquematismos de los proyectos pioneros de la E.A.O.: 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. Sin embargo, bajo la producción de muchos de estos materiales educativos multimedia, sigue manteniéndose algunos de los supuestos y principios de aprendizaje que inspiran la E.A.O. 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 que se establecen pasos y/o fases que evolucionan desde lo simple a mayores grados de dificultad que se presentan al alumno a medida que éste supera exitosamente los ejercicios o actividades que se le ofrecen en la pantalla.

2. El procesamiento cognitivo de información: Los sistemas tutoriales inteligentes y los hipermedia 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. 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. Es decir, las actividades mentales consisten, desde esta perspectiva, en acciones de procesamiento de información. En consecuencia, los sistemas tutoriales inteligentes (STI) intentan trasladar a las máquinas digitales los procesos cognitivos de actuación humana en la toma de decisiones. Esto fue denominado como Inteligencia Artificial y cuya evolución posterior llevó a formular el concepto de sistemas expertos entendido como la capacidad de toma de decisiones realizada por un ordenador en función de una base de conocimientos previamente suministrada.

Un sistema Tutor Inteligente (ITS), según L. Sancho (s.f.) puede ser definido como un sistema experto en una materia con el fin de impartir conocimiento. 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, es 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. El módulo "de conocimiento experto" contiene representación de conocimiento experto en los ámbitos relativos a procesos de evaluación, enseñanza-aprendizaje; aprendizaje humano y metodología de enseñanza. Será el razonador, dónde se almacenará la base de conocimiento y los mecanismos de resolución de problemas. Este módulo es el responsable de dirigir la ejecución del módulo "Modelo Didáctico" teniendo en cuenta los datos ingresados desde el módulo "Modelo del alumno". El módulo "Modelo del estudiante" contiene el cuerpo de conocimientos que caracterizarán al usuario y lo representa desde perspectivas diferentes como, los aspectos psico-sociológicos característicos que condicionan el proceso de aprendizaje, el conocimiento que éste tiene sobre el dominio del tema a tratar y las destrezas y habilidades mínimas que debe tener para realizar una tarea. Este modelo además, debe ser capaz de recoger el comportamiento evolutivo del alumno durante el trabajo en diferentes sesiones y modelar el estado mental del alumno, es decir "lo que sabe y lo que no sabe" y a partir de esto adaptar el sistema sobre la base de sus respuestas.

El módulo "Modelo Didáctico" cumple la función de tutor o profesor y contiene información para decidir qué tareas se le presentan al estudiante de acuerdo con los objetivos de aprendizajes que el "Módulo Pedagógico" deja establecidos y los mecanismos para corregir el modelo del alumno. Es el encargado de generar los planes instruccionales de cada sesión. Este módulo es responsable de la activación del módulo "Interface". Las tareas de aprendizaje son presentadas por el STI a través de una Interface Multimedia. Ésta debe estar dotada de múltiples medios de comunicación, eficazmente integrados y combinados, para lograr una enseñanza adaptada y eficiente. El módulo "Interface Multimedia" contiene los mecanismos de representación (imágenes animadas, imágenes estáticas, sonido, lenguaje oral, lenguaje escrito, reconocimiento de voz, etc.) de informaciones necesarias para la realización de tareas que el sistema propone al sujeto. El éxito de un programa educativo, su calidad y efectividad, dependen en gran parte de la riqueza comunicadora que reúna. Esta cuestión empezó a interesar al campo de la Psicología Cognitiva, existiendo recientes investigaciones que demuestran que es fundamental tener en cuenta algunos principios de diseño multimedia para lograr y potenciar los aprendizajes (González, 2003).

Sin embargo, el enfoque ITS no logró producir los resultados esperados. Como alternativa a los mismos, con la aparición en la década de los noventa de los hipertextos y las redes telemáticas, surgió el concepto de “material hipermedia adaptativo” (Brusilowski, s.f.; 2000) : “Una limitación de las aplicaciones hipermedia estáticas es que ofrecen la misma página de contenido y los mismos enlaces a todos los usuarios, ... Un hipermedia adaptativo es una alternativa al enfoque tradicional de lo mismo para todos. Los sistemas adaptativos hipermediales elaboran un modelo de metas, preferencias y conocimiento de cada sujeto individual y utilizan este modelo en la interacción con el usuario con la finalidad de adaptar el hipertexto a las necesidades del sujeto” (Brusilowski, 2000, pg. 1).

Los hipermedia adaptativos podrían definirse como representaciones virtuales sobre un tema en particular que tienen la potencialidad de adaptar el proceso de

actividades, la organización del contenido y la interface a las características específicas de los usuarios. En este sentido, en un documento hipermedia adaptativo, sea en soporte de disco o de web, es necesario distinguir entre presentación adaptativa y apoyo a la navegación adaptativa. En el primer caso, la finalidad de la presentación adaptativa es adecuar el contenido de una página hipermedia a los modelos y datos almacenados que sobre el usuario que dispone el sistema. Para ello suelen emplearse dos estrategias: las explicaciones comparativas en las que el sistema intenta presentar el nuevo contenido comparándolo con el que supuestamente ya conoce el alumno, y las variantes explicativas, consistente en ofrecer distintos tipos de profundidad de contenido en función del supuesto nivel de conocimiento del usuario. La meta de del apoyo de navegación adaptativa es ayudar al usuario a encontrar vías o caminos en el hiperespacio adaptando la presentación y funcionalidad del enlace a las metas, conocimiento y otras características del usuario individual.

Ciertamente aún estamos en una fase inicial de esta línea de producción de materiales digitales apoyados en las aportaciones de la inteligencia artificial. Las posibilidades educativas y didácticas de los mismos son altamente prometedores, aunque todavía no hayan alcanzado la madurez tecnológica y pedagógica deseables. Siguiendo a González (2003) las actuales líneas de investigación en la aplicación de los principios de la inteligencia artificial a la educación se podrían sintetizar en las siguientes: Meta-Teorías del Conocimiento Experto; Razonamiento causal y simulación cualitativa; Sistemas de Autor para STIs; 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 diálogo y lenguaje natural.

3. El enfoque constructivista en el aprendizaje a través de ordenadores

Las tesis constructivistas del aprendizaje han impregnado de forma vigorosa la investigación sobre medios y tecnologías para la enseñanza (De Pablos, 1996), 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, como en la tecnología de la educación. El libro de Duffy y Jonassen (1992) *Constructivism and the Technology of Instruction* fue pionero en esta dirección. Los conceptos de hipertexto, hipermedia y multimedia generados por las tecnologías digitales en los últimos años ha abierto el panorama de investigación en el desarrollo de materiales instructivos. Estas nuevas tecnologías permiten la elaboración y experimentación de nuevas formas de representación, almacenamiento, consulta y recuperación de la información. En este sentido, el sujeto usuario de los medios digitales se convierte en un sujeto activo, constructor de textos, más que receptor de los mismos. Precisamente el diseño y desarrollo de software educativo de esta naturaleza es una de las líneas de trabajo más interesantes y productivas de estos últimos años que está alcanzando su máxima expresión en el ámbito de los videojuegos sobre todo aquellos que permiten no sólo la creación de universos o micromundos virtuales, sino también los que posibilitan la comunicación y juego en red a través de Internet.

Jonassen (1994), Kanuka, y Anderson (1999)ⁱ, Jonassen y Rohrer-Murphy (1999), Earle (2002), Gros (2002), 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. Para Jonassen (1994) las aportaciones de la psicología

constructivista a la creación y diseño de ambientes de aprendizaje podrían concretarse en los siguientes principios:

- 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.

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 consiste 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.

En el lenguaje LOGO no se pretendió, a diferencia del CAI, ofrecerle al alumno una secuencia estructurada de conocimientos y ejercicios, tampoco se persigue diseñar (y, en consecuencia, que el ordenador lo gestione) un programa educativo estructurado para que el alumno actúe dentro del mismo. El proyecto LOGO se sustenta en la pretensión de que el alumno manipule y gestione el ordenador según sus intereses personales siguiendo una lógica y lenguaje lo más similar al lenguaje natural, de modo que el niño pueda crear sus propios microcosmos, guardarlos y hacer que la máquina los ejecute cuando éste desee, corregir lo que va realizando de modo que el alumno es quien controla a la máquina, y no al revés. El alumno, en consecuencia, se convierte en el protagonista de la experiencia educativa de uso de los ordenadores de modo que no sólo establece su ritmo de aprendizaje, sino también decide las actividades que quiere realizar. Lo importante, para este enfoque, no era que el alumno alcanzase a ofrecer la respuesta correcta, sino que

desarrollara un proceso activo de aprendizaje de modo que el niño fuera capaz de construir sus propios conceptos.

El lenguaje LOGO tiene varios microcosmos o ambientes, aunque el que tuvo mayor generalización y difusión fue el geométrico, conocido por su representación gráfica en forma de tortuga. En este entorno el alumno a través del teclado podía provocar que la tortuga, que a veces tenía forma de triángulo, se desplazase tanto virtualmente en pantalla como físicamente en espacio real a través de un periférico móvil conectado al ordenador, creando distintas figuras geométricas. El proyecto LOGO tuvo amplia difusión en los ambientes académicos y especializados en informática educativa de los años ochenta en gran parte del mundo. Sus trabajos han continuado desarrollándose por otros investigadores del MediaLab del MIT como Resnick y Harel.

Actualmente los proyectos y experiencias de educación a distancia apoyadas 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 (Streibel, 1993), el CSILE (Computer Supported Intentional Learning Environment), los WebQuest o metodología de investigación por proyectos a través de web (Dodge, 1995; 2002; March, 2000) y los círculos de aprendizajeⁱⁱ (Reil, 1996) 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.

Por su parte la llamada inteligencia artificial (I.A.) y sobre todo los últimos desarrollos de los sistemas inteligentes adaptativos son muestra del vigor de las tesis constructivas. Estas aplicaciones nacieron siguiendo los planteamientos conductistas de la enseñanza programada, posteriormente adoptaron las tesis del procesamiento de la información a través de los denominados ITS (Intelligent Tutorial Systems), pero en la actualidad se están produciendo desarrollos apoyados en la psicología constructivista en la que se pretende el desarrollo de procesos de aprendizaje en entornos inteligentes colaborativos. Ejemplos de estos entornos son LeCs o COLDEX del grupo alemán COLLIDE -Collaborative Learning in Intelligent Distributed Environmentsⁱⁱⁱ- (Hoppe y otros, 2002).

A modo de conclusiones

Como hemos visto en las páginas precedentes, en estas últimas décadas se han ensayado distintas propuestas y proyectos encaminados a construir objetos físicos que sin la intervención directa de un tutor o profesor, provocase o facilitase el aprendizaje de un ser humano. La enseñanza programada primero, los paquetes instructivos en formato audiovisual después, el software educativo y la E.A.O., el multimedia en disco óptico de CD-ROM y, ahora, la enseñanza en línea (a través de cursos de teleformación distribuidos a través de la WWW) son los ejemplos más claros de esta concepción del uso de ordenadores como máquinas que permiten empaquetar e individualizar la enseñanza. Sin embargo, las mayores promesas procedieron del intento de aplicar la I.A. (Inteligencia Artificial) a la enseñanza. El concepto de I.T.S. (Sistema Tutorial Inteligente) y de los hipermedia adaptativos representan la versión moderna y digitalizada de la vieja aspiración de crear máquinas autónomas con potencial instructivo.

Hace treinta años, cuando empezaron a aplicarse los ordenadores a la educación y enseñanza, existían muchas promesas y expectativas de que éstos innovarían y mejorarían la calidad y cantidad de los procesos de aprendizaje. En este sentido, desde mi punto de vista, 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, guiar adecuadamente al alumno en su proceso de aprendizaje. El acento estaba más en la máquina que en los humanos. Este planteamiento 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.

Hoy en día sabemos que la enseñanza es fundamentalmente un actividad de interacción social, y que el aprendizaje es un proceso complejo sometido a múltiples y variadas variables de diversa naturaleza. Las tesis constructivistas ponen el acento en la actividad y experiencia del sujeto cuando interactúa con su entorno sociocultural. El aprendizaje, en consecuencia, es un proceso de reconstrucción de significados que cada individuo realiza en función de su experiencia en una situación dada. Por ello, la tecnología, desde estas posiciones, no debe ser el eje o centro de los procesos de enseñanza, sino 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.

En definitiva, aunque las máquinas digitales no podrán sustituir a los humanos como los principales agentes formativos sí, al menos, hemos avanzado en asumir que el diseño de software y de recursos informáticos para la educación deben tener en cuenta la complejidad del aprendizaje como una experiencia profundamente social. El eclecticismo teórico, quizás sea uno de los rasgos que definirán los futuros desarrollos de la tecnología digital aplicada al desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje donde se sumirá que cualquier experiencia individual de aprendizaje con máquinas debe ser un proceso constructivo del conocimiento desarrollado en colaboración con otros humanos.

Referencias bibliográficas

- BRUSILOVSKY, P. (2000): "Adaptative Hypermedia: From Intelligent Tutoring Systems to Web-Based Education". En G. Gauthier, C. Frasson y K. VanLehn (Eds.): *Intelligent Tutoring Systems. 5th International Conference, ITS 2000*, Montreal, Canada.
- BRUSILOVSKY, P. (s.f.): *Adaptative Educational Systems on the World-Wide-Web: A Review of Available Technologies*. Carnegie Technical Schools & Human-Computer Interaction Institute Carnegie Mellon University, USA. Documentos electrónico en <http://www-ml.cs.umass.edu/~stern/webits/itsworkshop/brusilovsky.html>
- DELVAL, J. (1986): *Niños y máquinas. Los ordenadores y la educación*. Alianza Editorial: Madrid.
- DE PABLOS, J. (1996): *Tecnología y Educación*. Barcelona: Cedecs.
- DODGE, B (1995): *Some Thoughts About WebQuests*. Documento hipertextual on line. http://edweb.sdsu.edu/courses/edtec596/about_webquests.html
- DODGE, B. (2002): *The WebQuest Process Design*. Documento hipertextual on line. <http://webquest.sdsu.edu/designsteps/index.html>
- DUFFY T.M. & JONASSEN D.H. (eds) (1992). *Constructivism and the technology of instruction*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers: New Jersey.
- EARLE, R.S. (2002): "The integration of Instructional Technology into Public Education: Promises and Challenges". *ET Magazine* 42(1), January-february, 5-13.
- FERNÁNDEZ, M. (1983): *Enseñanza asistida por ordenador*. Madrid , Anaya: 1983.
- GONZÁLEZ GONZÁLEZ, C.S. (2003): *Mirando hacia el futuro. Los sistemas tutoriales inteligentes en Internet*. Laboratorio de Educación y Nuevas Tecnologías, Universidad de La Laguna (documento inédito)
- GROS, B. (1987): *Aprender mediante el ordenador*. Barcelona: PPU.
- GROS, B. (2000): *El ordenador invisible. Hacia la apropiación del ordenador en la enseñanza*. Barcelona: Gedisa.
- GROS, B. (2002). "Constructivismo y diseños de entornos virtuales de aprendizaje" *Revista de Educación*. 385, Mayo-Agosto
- HOPPE, U. y otros (2002): "Designing and Supporting Collaborative Modelling Activities in the Classroom"., Volume I, A. Dimitracopoulou (ed.): *Information and Communication Technologies in Education*, vol. I, Proceedings of 3rd HICTE, University of the Aegean, Rhodes, Greece, Kastaniotis Editions
- JONASSEN, D. (1994). "Thinking technology". *Educational Technology*, 34(4), Abril, 34-37.
- JONASSEN, D.H., PECK, K.L. & WILSON, B. G. (1999): *Learning with technology, A constructivist perspective*. New York, NY: MacMillan.
- JONASSEN, D. & ROHRER - MURPHY, L. (1999). "Activity theory as a framework for designing Constructivist learning environments". *Educational Technology Research & Development*. 47 (1) 61-79
- 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>
- KOSCHAMANN, T. (ed) (1996): *CSCIL: Theory and practice of an emerging paradigm*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum,
- MARCH, T. (2000): *WebQuests 101. Tips on choosing and assessing WebQuests Multimedia Schools*, 7 (5), October. Documento on line <http://www.infotoday.com/MMSchools/oct00/march.htm>.

- MARTÍ, E. (1992): *Aprender con ordenadores en la escuela*. ICE UB / Horsori Editorial: Barcelona
- MCMILLAN, K.; HAWKINGS, J.; HONEY, M. (1999): *Educational Technology Resesearch and Development*. Center form Children & Technology, Review Paper. <http://www2.edu.org/CCT/cctweb>
- REIL, M. (1996): "Cross-Classroom Collaboration: Communication and Education". En T. Koschamann (Ed)
- SANCHO, L. (s.f.): *Sistemas tutores inteligentes: una alternativa para el uso de computadoras en educación*.
<http://www.uned.ac.cr/servicios/global/ensenanza/instruccion/articulos/sistemas.html>
- SOLOMON, C. (1987): *Entornos de aprendizaje con ordenadores*. Barcelona: Paidós.
- SQUIRES, D. y McDOUGALL., A (1997). *Cómo elegir y utilizar software educativo*. Madrid: Morata.
- STRIEBEL, M.J. (1988).: "Análisis crítico de tres enfoques del uso de la informática en la educación". *Revista de Educación*, 288, 305-333.

ABSTRACT

This paper is a synthesis of main methodological approaches of instruction with computers. These approaches are connected with learning theories: behavioural theory, cognitive information processing theory, and constructivism theory. The main methods of teaching with computers are called Computer Assisted Instruction (CAI), Intelligent Tutorial System, Logo and Webquest. Finally, is suggested that we need development eclectic projects where the learning is a experiential activity with sociocultural context.

Perfil Académico y Profesional del autor

Manuel Area Moreira es Catedrático de Didáctica y Organización Escolar. Dirige el **Laboratorio de Educación y Nuevas Tecnologías** de la Universidad de La Laguna. Su principal línea de investigación y docencia es la Tecnología Educativa.

Dirección del Autor. Correo electrónico

Departamento de Didáctica e Investigación Educativa
Facultad de Educación. Edificio Central.
Universidad de La Laguna

Email: manarea@ull.es

Sitioweb: <http://webpages.ull.es/users/manarea>

Palabras clave en español

Enseñanza asistida por ordenador, Tecnología Educativa, Sistema Tutorial Inteligente, Materiales constructivistas

Key words

Computer Assisted Instruction , Educational Technology, Intelligent Tutorial System, Constructivism Materials

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

ⁱⁱ Véase *Learning Circle Teacher Guide* de Márgaret Reil en <http://www.learn.org/circles/lcguide/>

ⁱⁱⁱ Véase la web de dicho grupo en <http://collide.informatik.uni-duisburg.de/>