

Tecnología, cognición y aprendizaje

Susana Herrera Lima

*Raúl Fuentes Navarro**

La naturaleza proteica de la computadora es tal que puede actuar como una máquina o como un lenguaje a ser moldeado y explotado. Es un medio que puede simular dinámicamente los detalles de cualquier otro medio, incluyendo medios que no pueden existir físicamente. No es una herramienta, aunque puede actuar como muchas herramientas. Es el primer metamedio, y como tal tiene grados de libertad para la representación y la expresión que nunca antes se habían encontrado y que han sido escasamente investigados aún.

A. KAY

EN ESTE TRABAJO realizamos la discusión de algunos aspectos del uso de tecnologías computacionales en los procesos de adquisición del conocimiento en la escuela, específicamente de los sistemas de simulación, desde una pedagogía crítica que concibe a la tecnología como parte constitutiva del tejido social, y que asume la “educación para los medios” como una tarea esencialmente política (Orozco, 1997; McLaren, 1997; Soares, 1999), lo cual implica a su vez la construcción de un marco de análisis sociocultural de

* Estudiante y profesor-investigador, respectivamente, de la Maestría en Comunicación con especialidad en difusión de la ciencia y la cultura. ITESO, Departamento de Estudios Socioculturales.

la educación y la comunicación que considere a los sujetos “como entes cognitivamente autónomos e interventores moralmente responsables, si no es que creadores, de las mismas realidades sociales en las cuales acaban viviendo” (Krippendorff, 1993).

Sabemos que los procesos de adquisición de conocimiento se llevan a cabo tanto en el ámbito de la educación formal —la que se realiza dentro del marco institucional educativo— como en el de la educación informal —que involucra a otros contextos sociales e instituciones, tales como la familia y los medios de difusión—, y adquieren dimensiones particularmente complejas en el desfase entre estos ámbitos. Jesús Martín Barbero expone de manera espléndida el evidente desfase que se produce entre las instituciones educativas sujetas a los marcos tradicionales propuestos por la cultura del libro y la nueva realidad social regida por otras “formas de la razón”, que a su vez dan origen a otras estructuras cognoscitivas, así como a “nuevas maneras de estar juntos” (Martín Barbero, 1997). Este desfase adquiere, además, diferentes niveles y características dependiendo del contexto social al que se haga referencia.

En efecto, asumimos que el análisis de la incorporación de las tecnologías computacionales a los procesos educativos deberá realizarse tomando en consideración el contexto sociocultural en el que se pretende esta incorporación, contexto que involucra aspectos tan diversos y complejos como el concepto de educación a partir del cual se establecen las políticas educativas y la formación académica de los maestros, así como los planes de estudio que acotan los contenidos y la manera de abordarlos; o bien la realidad cotidiana que enfrentan los estudiantes, en un mundo en el que la presencia de los medios audiovisuales y la tecnología computacional juega un papel determinante en su interacción con la información, dando origen a nuevas habilidades cognitivas y diferentes estrategias de uso y apropiación del conocimiento. Así, este contexto será determinante en

Asumimos que el análisis de la incorporación de las tecnologías computacionales a los procesos educativos deberá realizarse tomando en consideración el contexto sociocultural en el que se pretende esta incorporación.

la elaboración de cualquier estrategia pedagógica que pretenda realmente incidir tanto en las habilidades cognitivas como en las competencias analíticas de los educandos.

Asimismo, es indispensable considerar también en este análisis la dimensión técnica, que atañe a las características particulares de estos recursos. En el caso de la tecnología computacional se tiene, por una parte, el soporte físico (*hardware*): la posibilidad de interacción con la información, la interfaz gráfica y auditiva —tal vez táctil—, la representación y creación de escenarios, la vinculación con otros usuarios y con otros contextos; y por otra parte, los sistemas lógicos desarrollados en estos soportes (*software*), que organizarán la información y la vincularán con el usuario de tal forma que ésta sea accesible y significativa.

Es necesario subrayar, sin embargo, que esta dimensión va intrínsecamente ligada a la estrategia pedagógica que se establezca para la utilización de los recursos computacionales en el proceso educativo. Diversos estudios de educadores y pedagogos han hecho evidentes las habilidades cognitivas que se desarrollan y fortalecen con la incorporación de tecnologías computacionales en estos procesos, relacionando siempre estas habilidades tanto con las características técnicas que constituyen el soporte para el conocimiento que se pretende transmitir, como con las teorías de aprendizaje a las cuales se adscribe el diseño de los sistemas computacionales (Papert, 1993; Salomon, 1997; Barret, 1997; Goldman-Segall, 1997; Herrington y Oliver, 1999; Harper, Squires y McDougall, 2000; Kashihara, 2000).

Habremos, por tanto, de revisar estos y otros aportes a la comprensión de las prácticas y proyectos educativos tecnológicamente mediados. Estamos convencidos de la urgencia práctica de un marco teórico-metodológico ampliamente compartido que facilite la comprensión del lugar que ocupan los factores tecnológicos en procesos esencialmente socioculturales, como la cognición, la educación y la comunicación, y en su transformación histórica en un escenario

Diversos estudios de educadores y pedagogos han hecho evidentes las habilidades cognitivas que se desarrollan y fortalecen con la incorporación de tecnologías computacionales en estos procesos.

que Castells (1999) llama la *era de la información* (y la emergencia en ella de la *cultura de la virtualidad real*), o que Pérez Tornero (2000) caracteriza mediante seis procesos “vigentes” en la *sociedad-red*:

Pueden proponerse al menos tres niveles en los cuales enfatizar la búsqueda de acercamientos consistentes al respecto.

- De la centralización a la dispersión reticular en la difusión y control de la información y la educación;
- De la rigidez en programas mediáticos y en *curricula* educativos a la flexibilidad y optatividad;
- De modelos *difusionistas* en medios e *instruccionistas* en educación a modelos interactivos y *construccionistas*;
- De la estandarización de productos e itinerarios educativos a su diversificación y personalización;
- De la regulación nacional de los *media* y de la educación a la internacionalización y globalización;
- De la pasividad del espectador y del estudiante a la búsqueda de interacción y participación.

Pueden proponerse al menos tres niveles en los cuales enfatizar la búsqueda de acercamientos consistentes al respecto. Uno, el más abstracto, es el de los conceptos que sirven para delimitar aspectos de la realidad sociocultural vivida y orientar su entendimiento y apropiación. Otro, es el ámbito de las instituciones, el de las configuraciones que la sociedad impone a los individuos para estructurar sus acciones en el tiempo y el espacio. El tercer nivel, quizá el más importante pero difícil de explicar al margen de los otros dos, es el de las prácticas cotidianas, el de las acciones y las interacciones situadas, el de los proyectos que los sujetos impulsan y confrontan para constituir sus identidades y hacerlas prevalecer socialmente. En este trabajo pretendemos sugerir una articulación crítica de estos tres niveles, considerando que “comunicación y educación son procesos dialécticos, mediante los cuales al mismo tiempo se estructuran los individuos, las comunidades y la sociedad que los contiene” (Fuentes, 2000:65).

Simulaciones y construcciones

Los sistemas computacionales desarrollados con fines educativos inician en los años sesenta con la utilización de los programas de Instrucción Asistida por Computadora (CAI, por sus siglas en inglés), continúan con la incorporación de gráficas y algunos elementos desarrollados en el área de Inteligencia Artificial —sistemas expertos, instructores y tutoriales ‘inteligentes’— pero es hasta los noventa que asumen la necesidad de —por fin— involucrar especialistas en pedagogía y educación en la elaboración de sistemas integrales de aprendizaje basados, sobre todo, en la teoría constructivista de adquisición de conocimiento. Esta orientación fue iniciada por Seymour Papert a partir del desarrollo del lenguaje *Logo* y los “micromundos” (Papert, 1993) y enriquecida con los trabajos de múltiples investigaciones en diversos países (Rieber, 1992; Cunningham, Duffy y Knuth, 1993; Kashihara *et al.*, 2000). Los proyectos de esta década se sustentan principalmente en la simulación computarizada e incluyen la utilización de hipertexto y multimedia; van desde los laboratorios virtuales, los entornos virtuales como salón de clases (Helsel, 1991), la simulación experiencial, y los escenarios educativos (Keegan, 1995), hasta las “computadoras para ponerse” (*wearable computers*) reportadas recientemente en la página de internet del Media Lab del MIT (MIT, 2001).

Los estudios y reflexiones en torno a estos desarrollos tecnológicos y la educación se han realizado desde múltiples perspectivas, entre las que pueden destacarse las centradas en los procesos cognitivos y de aprendizaje (Salomon, 1997; Kashihara *et al.*, 2000; Dowling, 2000; Harper, 2000); las centradas en la interacción que establece el educando con la información o centradas en la interface humano-máquina (Biocca, 1993); las centradas en el contexto sociocultural en que se pretende incorporar estas tecnologías al proceso educativo (Martín Barbero, 1997) y las cen-

Los sistemas computacionales desarrollados con fines educativos inician en los años sesenta con la utilización de los programas de Instrucción Asistida por Computadora.

tradas en el papel desempeñado por el educador en la utilización de estas tecnologías (Ferrés, 2000). Cada una de ellas supone, además, una concepción particular de la educación.

En este trabajo se hará referencia sobre todo a las perspectivas centradas en los procesos cognitivos y de aprendizaje, particularmente los estudios recientes en torno a los sistemas de simulación y su correspondencia con la teoría constructivista del aprendizaje.

En este trabajo se hará referencia sobre todo a las perspectivas centradas en los procesos cognitivos y de aprendizaje, particularmente los estudios recientes en torno a los sistemas de simulación y su correspondencia con la teoría constructivista del aprendizaje, y se intentará vincular este enfoque con el propuesto por Joan Ferrés, en el que destaca el papel que debe desempeñar el educador al incorporar estas tecnologías en el proceso educativo. Hay que considerar, además, como se ha expresado anteriormente, que ningún enfoque puede soslayar el contexto sociocultural respecto al cual se realice el análisis.

Ferrés (2000) realiza sus planteamientos en la línea de la conciliación: entre pensamiento racional y emotividad, entre educación formal y vida cotidiana, entre el esfuerzo que supone el aprendizaje y el placer de adquirir nuevos conocimientos y habilidades. Argumenta, a partir de la revisión de autores como Bertrand Russel, Sigmund Freud y Jean Piaget, que la oposición entre razón y emoción es un falso conflicto, ya que el componente afectivo es imprescindible para que se desplieguen las potencialidades cognitivas.

A partir del desfase que existe actualmente entre los contenidos, ritmos y metodologías de la educación formal y la realidad cotidiana vertiginosa, hipertextual y visual, Ferrés utiliza la metáfora del puente para ubicar al educador como comunicador y mediador, como el “hacedor de puentes” que une realidades diversas y acerca universos distantes. La metáfora del puente sustenta su propuesta central conciliadora: el puente —el educador— será así el conciliador por excelencia, y la imagen el instrumento de conciliación. Tal propuesta remite al papel seductor y disparador de emociones que este autor confiere a la imagen en trabajos anteriores (Ferrés, 1996).

El educador tendrá que utilizar entonces un lenguaje de síntesis acumulativa, que si bien se verá favorecido por las nuevas tecnologías, deberá producir en el receptor una experiencia unificada, que no será garantizada sólo por el uso acumulativo de estas tecnologías sino por el uso que de éstas realice un educador conciliador y creador de síntesis.

Resulta evidente a partir de estas afirmaciones que el educador tendrá que adquirir un conocimiento sistemático y riguroso de los aspectos cognitivos y capacidades mentales en los que intervienen cada una de las tecnologías que decida utilizar en el proceso educativo. Asimismo, tendrá que adoptar una estrategia pedagógica acorde con esta decisión, que sustente la pertinencia de utilización de ciertos recursos tecnológicos.

Los estudios recientes realizados con el enfoque centrado en los procesos de aprendizaje y habilidades cognitivas parten del convencimiento de que las características que proporcionan los sistemas de simulación computarizados, así como el multimedia y el hipertexto, corresponden en gran medida a los planteamientos de la teoría constructivista del aprendizaje (Papert, 1993; Harper, Squires y McDougall, 2000).

Entre los estudios que podrían clasificarse como centrados en los procesos cognitivos y de aprendizaje, puede ubicarse el trabajo de Gavriel Salomon, "Of mind and media", (De la mente y los medios), publicado en enero de 1997 (Salomon, 1997). En este artículo el autor propone que las formas simbólicas de representación en los medios afectan el aprendizaje y el pensamiento, es decir, que no puede considerarse que no tengan efecto en la información representada. Más bien establece que tienen influencia en los significados que se construyen, en las capacidades mentales que entran en juego y en las formas en que vemos el mundo. Plantea que medios y mente están relacionados de múltiples formas y no son entes independientes.

La primera relación se refiere a la tecnología como metáfora, y hace referencia a las metáforas que son relevantes

Los estudios recientes realizados con el enfoque centrado en los procesos de aprendizaje y habilidades cognitivas parten del convencimiento de que las características que proporcionan los sistemas de simulación computarizados, así como el multimedia y el hipertexto, corresponden a los planteamientos de la teoría constructivista.

Diferentes formas simbólicas de representación apuntan a diferentes aspectos del mundo que nos rodea, dándonos así la oportunidad de aprender de cada forma de representación algo diferente acerca del mundo.

para los procesos educativos; así, plantea que si la educación es pensada como un proceso de “absorción” de las enseñanzas de una autoridad, un pedazo de gis es suficiente tecnología; si se piensa como el refuerzo de las conexiones de las respuestas de los estudiantes a estímulos externos, entonces las cajas de Skinner serían la tecnología correspondiente. Propone que los programas tradicionales de CAI corresponden a este esquema, así como la televisión instructiva que supone a audiencias pasivas. Las simulaciones computacionales, y las exploraciones en internet a partir de problemas propuestos reflejan una concepción del aprendizaje basada en la metáfora de éste como un proceso constructivo.

En la representación a través de formas simbólicas destaca la importancia de buscar las diferencias que cada medio proporciona respecto a esta representación, argumentando que cada forma de representación tiene capacidades únicas para seleccionar y transmitir su propia información en una forma específica, suscitando así una experiencia única. Diferentes formas simbólicas de representación apuntan a diferentes aspectos del mundo que nos rodea, dándonos así la oportunidad de aprender de cada forma de representación algo diferente acerca del mundo. Estas afirmaciones nos remiten a los planteamientos de Ferrés en cuanto a la necesidad de generar un lenguaje de síntesis, a partir del cual proporcionar al educando una experiencia integral en el proceso de apropiación del conocimiento.

Respecto al significado que cada quien construye a partir de las representaciones de las formas simbólicas, Salomon plantea que éste se ve afectado tanto por las representaciones en sí mismas —dependientes del medio— como por las estructuras de conocimiento previas que cada persona tiene; esto es, mientras menos conocimiento previo tenga el sujeto acerca del contenido en cuestión, mayor será la diferencia que establezcan las formas simbólicas en el significado construido. A este respecto, Ferrés subraya la necesidad de realizar la tarea de tender puentes partiendo de las expe-

riencias, deseos y necesidades de aquellos hacia quienes se tenderán estos puentes; es decir, deberá partirse de un proceso que él denomina “prealimentación”, en el que se buscará conocer los antecedentes de los educandos.

Salomon establece también que diferentes formas simbólicas de representación requieren diferentes capacidades simbólicas. En su argumentación plantea que aquellas son procesadas por conjuntos diferentes de habilidades y capacidades mentales. A este respecto, parece haber una gran coincidencia entre las diversas investigaciones realizadas en torno a la problemática de la apropiación y construcción de conocimiento a partir de la interacción con diferentes tecnologías. En lo que respecta a las tecnologías computacionales, ya desde la década de los setenta Seymour Papert realiza estudios relativos a la interacción de los niños con las computadoras, buscando conocer los efectos cognitivos de los ambientes computacionales en pre-escolares y estudiantes de educación primaria (Papert, 1980). A partir de estos estudios y de sus múltiples trabajos de investigación con niños —realizados desde el constructivismo— Papert diseña los “micromundos”, que son medio ambientes virtuales en los que las estructuras de la realidad construida corresponden a un mecanismo cognitivo dado, de tal manera que proporcionan un medio ambiente donde este mecanismo puede operar efectivamente. Así, en la interacción con el micromundo un estudiante adquiere o construye conocimiento a través de la exploración activa y la experimentación.

Parece haber una gran coincidencia entre las diversas investigaciones realizadas en torno a la problemática de la apropiación y construcción de conocimiento a partir de la interacción con diferentes tecnologías.

Educación, tecnologías y construcción de realidades

En la línea iniciada por Papert se ha continuado la investigación que asume la vinculación entre el constructivismo y la tecnología computacional para fines educativos, particularmente las simulaciones. Para muchos educólogos la teoría constructivista del aprendizaje ofrece una plataforma

Para muchos educólogos la teoría constructivista del aprendizaje ofrece una plataforma para hacer realidad los beneficios esperados de la utilización de las computadoras en el proceso educativo.

para hacer realidad los beneficios esperados de la utilización de las computadoras en el proceso educativo (Harper, Squires and McDougall, 2000). Se espera entonces que el constructivismo conduzca a un mejor *software* educativo y a un mejor aprendizaje; para ello es necesario proporcionar auténticos ambientes exploratorios de aprendizaje en donde los educandos puedan desarrollar por sí mismos conocimiento significativo y transferible (Brown, Collins and Duguid, 1989; Papert, 1993; Jonassen, 1994). Este enfoque ha dado lugar a diversas propuestas para el desarrollo de *software* constructivista (Rieber, 1992; Cunningham, Duffy and Knuth, 1993; Grabinger, Dunlap and Duffield, 1997).

Un ejemplo de este tipo de propuestas es el sistema desarrollado por Harper, Squires y McDougall denominado *Exploring the Nardoo*, y que bajo lo que los autores denominan un "paradigma híbrido" de simulación, proporciona un ambiente interactivo para la exploración de un medio ambiente natural alrededor de un río, desde el siglo XIX hasta su deteriorado estado actual.

Los supuestos de este desarrollo en cuanto al aprendizaje, son que éste debe tener credibilidad y complejidad, así como proporcionar la sensación de descubrimiento y apropiación del conocimiento. Es decir, los educandos deben ser capaces de explorar el comportamiento de los sistemas, medio ambiente y artefactos; una forma de hacerlo, proponen los autores, es a través del trabajo con simulaciones. El ambiente debe proporcionar retroalimentación intrínseca que represente los efectos en el sistema durante la acción del educando. Éste debe poder expresar sus ideas y opiniones, y el ambiente debe proporcionar un mecanismo para la articulación de estas ideas. Además, deben experimentar e intentar diferentes soluciones a los problemas. Asimismo, deben poder adoptar múltiples perspectivas para incorporarse a actividades que contengan múltiples representaciones de conocimiento, así como para experimentar diversos contextos y para tener diversos objetivos en el aprendizaje (Ainsworth, Bibby and Wood, 1997).

Por otra parte, sólo en medio ambientes complejos tendrán la oportunidad de construir y reconstruir conceptos en formas que sean significativas para ellos. Asimismo, trabajar en medio ambientes de *software* que proporcionan altos niveles de control por parte del usuario, ayudará a los estudiantes a sentir que determinan los patrones y procesos en la experiencia de aprendizaje; así desarrollarán la sensación de apropiación del conocimiento.

Los autores de este sistema hacen referencia al uso inicial de la simulaciones en la educación, que tendía a resaltar los beneficios prácticos para la solución de problemas. Procesos que tomarían mucho tiempo, como el crecimiento de la población y el cambio genético, o que ocurren demasiado rápido, como los cambios en las fuerzas durante una colisión, son buenos candidatos para el uso de simulación. Por otra parte, procesos difíciles, peligrosos o costosos, tales como los realizados con materiales radioactivos o explosivos; o bien, sistemas complejos a gran escala como la ecología de los hábitats naturales, son todos ellos ejemplos del posible uso de simulación computarizada.

Sin embargo, conforme ha aumentado la experiencia en el uso de simulaciones se han hecho evidentes sus aportaciones desde el punto de vista cognitivo, desde el convencimiento de los beneficios del aprendizaje exploratorio. Bliss y Ogborn (1989) describen las simulaciones computacionales como programas en los que la computadora actúa como una herramienta exploratoria, dando soporte a una actividad del mundo real y facilitando el entendimiento del usuario en procesos que de otra forma podrían ser inaccesibles, en sistemas dinámicos complejos. Esta perspectiva cognitiva, propone Harper (2000), es intrínsecamente compatible con un punto de vista constructivista del aprendizaje.

Las simulaciones se han clasificado como simbólicas y experienciales (Gredler, 1996). Las simbólicas son representaciones dinámicas del comportamiento de un sistema,

Trabajar en medio ambientes de *software* que proporcionan altos niveles de control por parte del usuario, ayudará a los estudiantes a sentir que determinan los patrones y procesos en la experiencia de aprendizaje; así desarrollarán la sensación de apropiación del conocimiento.

Las simulaciones se han clasificado como simbólicas y experienciales. Las simbólicas son representaciones dinámicas del comportamiento de un sistema, un conjunto de procesos o fenómenos. Las experienciales buscan establecer una realidad psicológica y sitúan a los aprendices en roles definidos en esta realidad.

un conjunto de procesos o fenómenos. Las experienciales buscan establecer una realidad psicológica y sitúan a los aprendices en roles definidos en esta realidad. Sus componentes, según Gredler, son: *a*) escenarios de una tarea compleja que se desarrolla en parte como respuesta a las acciones del usuario; *b*) roles o papeles determinados que el usuario juega en la simulación; *c*) múltiples alternativas mediante la experiencia; y *d*) control del usuario en la toma de decisiones.

El paquete computacional que presentan Harper, Squires y McDougall es experiencial pero incorpora simulaciones simbólicas. Las características de este sistema son de una gran riqueza en el uso y en la aplicación de recursos: los estudiantes tienen acceso al medio ambiente del río a través de un Centro de Investigación del Agua simulado mediante metáforas de interfaz, tales como libros y periódicos. Esto incluye libros de plantas y animales del río, listas de reportes de televisión o de radio, entrevistas, recortes de periódicos y un archivo con artículos técnicos e informes de investigación. Contiene también un cuaderno de notas multimedia en el que se puede guardar video, audio, gráficas y textos, un reproductor de video, y un conjunto de herramientas de medición. Los datos químicos y biológicos pueden recolectarse seleccionando lugares y pidiendo valores tales como la temperatura, el nivel de acidez (pH), el conteo de células de algas y bacterias. Estos recursos proporcionan una forma de personalizar la interacción del usuario con el *software*, y se espera que esto conduzca a la sensación de una mejor apropiación del conocimiento.

El uso de simuladores simbólicos combinados con la simulación experiencial corresponde, según los autores, a las siguientes características del enfoque constructivista del aprendizaje: *a*) enriquece la calidad del proceso de resolución de problemas, ya que el usuario actúa inmerso en un proceso real situado, manipulando varios parámetros causales y probando hipótesis con consecuencias y riesgos reales, en

un marco temporal manejable. Los simuladores se han diseñado para permitir al estudiante anclar su entendimiento cognitivo a través de su acción en una situación determinada; *b*) Los simuladores ofrecen una representación visual del contexto, así como múltiples entradas y salidas. Algunas de éstas pueden ser observadas como representaciones visuales, numéricas o gráficas.

Los autores proponen que la liga dinámica de simulaciones experienciales y simbólicas proporciona nuevos enfoques para dirigir un problema pedagógico inherente a los enfoques constructivistas de aprendizaje y enseñanza: ¿Cómo puede proporcionarse a los estudiantes medio ambientes de aprendizaje complejos, de tal forma que la complejidad estimule la exploración y la experimentación en vez de crear confusión e inseguridad? Lo que ellos denominan el “paradigma de la simulación híbrida”, proponen, abre la posibilidad de un nuevo paradigma de diseño para simulaciones educativas.

En la misma línea de desarrollo de *software* acorde con la teoría constructivista de aprendizaje, puede ubicarse la propuesta de Kashihara y Kinshuk (Kashihara, 2000), quienes bajo la metodología denominada “Control del espacio de exploración” (ESC por sus siglas en inglés), desarrollan un sistema interactivo de aprendizaje basado en simulaciones.

Esta metodología, desarrollada por los autores del sistema, consiste en el control de la exploración del espacio de aprendizaje de acuerdo a diversos factores, que atienden tanto a la complejidad de los contenidos como a la competencia de los educandos, sus niveles de entendimiento, sus experiencias y características individuales. El control se realiza a través de la restricción de las herramientas de exploración que se proporcionan en la interfaz de usuario, así como en la variación en la cantidad y tipo de información que se presenta al mismo. El objetivo de estos controles es que los esfuerzos cognitivos de los usuarios en el desarrollo y aplicación de conceptos relativos al dominio de aprendizaje no

¿Cómo puede proporcionarse a los estudiantes medio ambientes de aprendizaje complejos, de tal forma que la complejidad estimule la exploración y la experimentación en vez de crear confusión e inseguridad?

causen una “sobrecarga cognitiva”. De hecho, esta estrategia constituye otra alternativa en la resolución de la problemática antes planteada, es decir, a la necesidad de proporcionar a los estudiantes un ambiente que estimule la exploración y la experimentación sin crear en ellos confusión e inseguridad.

El objetivo de estos controles es que los esfuerzos cognitivos de los usuarios en el desarrollo y aplicación de conceptos relativos al dominio de aprendizaje no causen una “sobrecarga cognitiva”.

Los autores aplican esta metodología en el desarrollo de un sistema para el conocimiento de las características del oído humano, orientado a mejorar el aprendizaje de la estructura y funcionamiento del mismo, así como a desarrollar habilidades para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades del aparato auditivo. En la aplicación de esta metodología combinan dos enfoques: el primero intenta limitar el espacio de exploración lo menos posible, para enfrentar a los educandos con una gran cantidad de esfuerzos y estrategias de exploración; el segundo, en cambio, intenta limitar el espacio de exploración tanto como sea posible, y extenderlo gradualmente a través de la interacción de los usuarios con el sistema. La combinación de estos dos enfoques, proponen, puede facilitar el aprendizaje exploratorio para un espectro amplio de competencias de aprendizaje en los estudiantes.

Además de estos enfoques, que deciden *cómo* controlar el espacio de exploración, es necesario delimitar también *qué* controlar. En este sentido, los autores proponen tres aspectos: la información que va a presentarse, las rutas de exploración y los recursos a través de los cuales se presentará la información. El espacio de exploración está constituido, a su vez, por dos grandes espacios: un espacio de información y un espacio de operaciones de exploración. El primero incluye los contenidos a ser aprendidos, el segundo consiste en las formas de acceso a la información.

El proyecto de aplicación que presentan para el estudio del dominio humano está orientado a estudiantes de medicina y médicos que desean especializarse en el campo. Este sistema en particular privilegia el aprendizaje activo sobre el aprendizaje paso a paso, es decir, estimula la exploración por parte del estudiante, limitando lo menos posible los

espacios de exploración. La presentación de la información se hace a través de visualización gráfica acompañada de textos y audio. Esto incluye gráficos estáticos, animaciones, simulaciones y escenarios de realidad virtual, así como el uso de hipertexto y planteamiento de situaciones en las que el estudiante debe resolver problemas a partir de la información obtenida. Para el desarrollo de habilidades en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades se ofrecen tres diferentes secciones, una orientada al reconocimiento de síntomas, la siguiente orientada a la observación del desarrollo de las enfermedades y las diferentes posibilidades de evolución de las mismas, finalmente otra sección orientada al tratamiento de las enfermedades diagnosticadas.

El sistema contiene internamente un complejo diseño que permite la toma de decisiones en cuanto al tipo y nivel de controles que deberá establecerse de acuerdo al comportamiento del estudiante a través de su interacción con el mismo. El medio ambiente de exploración apoyado en la simulación de entornos —el aparato auditivo en este caso particular— facilita la adaptabilidad del sistema de acuerdo a las competencias del estudiante, proporcionando no sólo un amplio conocimiento de un dominio específico, sino desarrollando habilidades cognitivas directamente relacionadas con el mismo.

Los ejemplos anteriores muestran la gama de posibilidades que ofrece la tecnología computacional cuando los sistemas se desarrollan asociados a una estrategia pedagógica que sea verdaderamente pertinente y compatible con los recursos técnicos disponibles. En efecto, no basta la incorporación de las nuevas tecnologías como parte de la infraestructura física de las instituciones educativas, y tampoco es suficiente concebirlas como una herramienta didáctica desvinculada del conjunto de saberes que constituyen la educación formal escolarizada. Más bien, deberán incorporarse como parte constitutiva de un proceso educativo integral, correspondiente a una estrategia pedagó-

El sistema contiene internamente un complejo diseño que permite la toma de decisiones en cuanto al tipo y nivel de controles que deberá establecerse de acuerdo al comportamiento del estudiante a través de su interacción con el mismo.

gica que busque hacer un uso intencionado de los recursos tecnológicos disponibles, para el desarrollo de las habilidades cognitivas en que cada uno de estos tiene incidencia. Es necesario encontrar, para ello, el lenguaje de síntesis integradora que propone Joan Ferrés y que el maestro deberá dominar —permítase la redundancia— de forma magistral.

Arte y oficio de educar

Sorprende la coincidencia entre autores que proceden de diferentes contextos socioculturales en lo que respecta a la imperiosa necesidad de replantear la estructura que sustenta los procesos de aprendizaje en las instituciones educativas. En efecto, Seymour Papert (1993) plantea que es necesario “repensar la escuela en la era de la computadora” y adecuar ésta a las demandas que los mismos estudiantes —niños en este caso— tienen a partir de su propia experiencia en los ambientes educativos no formales. Afirma que si bien el aprendizaje es un acto natural, “el aprendizaje escolarizado está muy lejos de serlo [...] con sus planes de lecciones diarias, su currículum fijo, y sus pruebas estandarizadas tiende constantemente a reducir el aprendizaje a una serie de actos técnicos y al maestro al papel de un técnico” (Papert, 1993:55). Su propuesta es aparentemente paradójica, ya que plantea que la incorporación de la tecnología computacional a la escuela debe contribuir a la “destecnificación” del proceso educativo.

Jesús Martín Barbero se pregunta cómo puede la escuela pretender ser hoy un verdadero espacio social y cultural de apropiación de conocimientos si no atiende a las hondas modificaciones en la percepción del espacio y el tiempo que viven hoy los adolescentes.

Por su parte, Jesús Martín Barbero se pregunta cómo puede la escuela pretender ser hoy un verdadero espacio social y cultural de apropiación de conocimientos si no atiende a las hondas modificaciones en la percepción del espacio y el tiempo que viven hoy los adolescentes. A partir de la concepción de la computadora no como un instrumento sino como un nuevo tipo de *tecnicidad*, plantea la emergencia de “otra figura de la razón” que exige pensar la

imagen desde su nueva configuración sociotécnica. La imagen en la computadora es percibida por este autor como “posibilidad de experimentación y simulación que potencia la velocidad del cálculo y permite inéditos juegos de interfaz” (Martín Barbero, 1997).

La escuela necesita profundas transformaciones para encontrarse con su sociedad, para volver a ser “el lugar donde el proceso de aprender guarde su encanto”. Afirma entonces que es a partir de la asunción de la *tecnicidad mediática* como dimensión estratégica de la cultura, que la escuela puede insertarse en los procesos de cambio que atraviesa nuestra sociedad. Y esto es posible sólo a partir de la interacción con los campos de experiencia donde se procesan los cambios sociales, superando la concepción instrumental de los medios y las tecnologías de comunicación. En concordancia con los planteamientos ya mencionados de Papert, Martín Barbero propone potenciar la figura y el oficio del educador, para que éste deje de ser el mero retransmisor de saberes para convertirse en formulador de problemas, provocador de interrogantes, desencadenador de descubrimientos.

También Ferrés, como ya se ha comentado, propone reformular el quehacer educativo a partir de la incorporación de las nuevas tecnologías, con el consiguiente replanteamiento del papel del maestro en este proceso: el maestro como comunicador y como mediador, como “hacedor de puentes” que unen realidades diversas y acercan universos distantes. Asimismo, plantea que la institución educativa deberá promover la construcción de aprendizajes mediante una sabia elección de los elementos que conviene utilizar y una adecuada integración de los mismos, así como mediante la creación de estrategias didácticas que logren la convergencia entre los intereses del alumno y las necesidades de los programas de estudio. Deberá, en fin, ser capaz de repensar la cultura, extrayendo lo mejor de cada medio y recurso disponibles (Ferrés, 2000).

La escuela necesita profundas transformaciones para encontrarse con su sociedad, para volver a ser “el lugar donde el proceso de aprender guarde su encanto”.

Cada vez somos más conscientes de que la comunicación es un ambiente, y de que nosotros participamos en su diseño”.

Para hacer eso podría ayudar la sugerencia, en buena medida especulativa, de Frank Biocca: “A veces nos preguntamos cómo diseñan los humanos los mensajes y los medios, y cómo esos diseños de alguna manera rediseñan sus pensamientos, conductas y ambientes sociales. Cada vez somos más conscientes de que la comunicación es un ambiente, y de que nosotros participamos en su diseño” (Biocca, 1993). Es indudable que este concepto de diseño (término emparentado etimológicamente con *signo*), referido por Biocca a las interfaces comunicativas (dispositivos que vinculan a los medios con sus códigos y lenguajes y con sus usuarios), enfatiza la consideración de una hipótesis acerca del desarrollo cultural que tiene amplia repercusión en la educación: “antes de que cada tecnología nueva se vuelva parte invisible de nuestra segunda naturaleza, su novedad incrementa nuestra conciencia de hasta qué grado la comunicación es socialmente construida” (Biocca, 1993), y por lo tanto, hasta qué punto la interacción con los recursos computacionales es determinante no sólo del aprendizaje sino del propio contexto sociocultural en que se insertan.

No hay duda de que la incorporación de las tecnologías computacionales al proceso educativo es un hecho que no depende sólo de la voluntad de los educadores, ni siquiera de las instituciones educativas solamente: como ha ocurrido con otras tecnologías que han surgido a través de la historia de la especie humana, éstas son parte del tejido social, se incorporan a las tareas de su vida cotidiana y en mayor o menor medida participan en los procesos educativos. Sin embargo, a partir de la toma de conciencia de la importancia de la utilización de estas tecnologías para contribuir a la construcción de competencias para el aprendizaje (Fuentes, 2000:70) es que deberán diseñarse las estrategias pedagógico-políticas que permitan una incorporación intencionada de estos instrumentos.

Pero hay que insistir en que para el diseño y desarrollo de estas estrategias será indispensable considerar las realidades

socioculturales en que tendrían que plantearse. Realidad de diferencias y desigualdades, de accesos diferenciados a los recursos educativos y tecnológicos, de discursos ambiguos y promesas incumplidas, de programas educativos obsoletos y de gran resistencia a la aceptación de cambios; realidad, en fin, que desafía permanentemente a cualquier intento de que la educación contribuya a la creación cultural, a la innovación y a la circulación de sentidos y significados emancipatorios para las nuevas generaciones, y en general, para la democratización del intercambio social.

Por otra parte, la construcción de competencias para el aprendizaje como eje de los procesos educativos supone un modelo centrado en ciertas modalidades específicas de relación de los sujetos humanos con el conocimiento, en las cuales se constituyen y transforman mutuamente los sujetos y sus objetos de conocimiento. Pero el "conocimiento", desde este punto de vista, es una trama de esquemas o sistemas de significación socialmente construidos y subjetivamente incorporados como estructuras complejas de representaciones cognoscitivas de aspectos significativos de la realidad. Más que los "contenidos" específicos de esas representaciones, importa destacar las reglas y esquemas generativos de la significación y de la valoración de esos contenidos. El conjunto de estas reglas y esquemas generativos constituye la cultura y el equilibrio dinámico de sus incorporaciones individuales, la inteligencia.

Si esto es interpretable así, el conocimiento apropiado por el sujeto define las competencias operativas específicas de cada individuo para interpretar su entorno y dirigir la acción sobre él. Estas "competencias" están socialmente determinadas y por lo tanto son el "objeto de transformación" de las prácticas educativas institucionalizadas. Los esquemas cognoscitivos que la escuela enseña a sus estudiantes tienen siempre referencias y recortes específicos, sea por efecto del programa, del nivel, del contexto, de la ideología institucional o del empleo de más o menos y mejores o peores

Para el diseño y desarrollo de estas estrategias será indispensable considerar las realidades socioculturales en que tendrían que plantearse.

recursos didácticos, pero también, y esto es lo que suele descuidarse más, el sujeto que aprende cuenta también, desde muy pequeño, con esquemas cognoscitivos específicos que no provienen de la enseñanza escolarizada pero que igualmente intervienen, muchas veces más decisivamente, en la construcción y reconstrucción constantes de las competencias culturales con las que el sujeto se integra al mundo en el que vive (Vygotsky, 1977).

Lo que los medios hacen socialmente no es producto sólo de las tecnologías que utilizan, sino sobre todo de las formas en que intervienen sobre los sistemas culturales, es decir, sobre las reglas y esquemas generativos de la significación y de la valoración intersubjetivas del entorno, sobre las competencias necesarias para conocer e interpretar el mundo, para producir sentido.

Aquí es donde puede conectarse productivamente la acción educativa institucionalizada con las acciones comunicativas igualmente institucionalizadas, es decir, con la presencia cada día más omniabarcante de los medios de difusión masiva, desde esta perspectiva sociocultural. Lo que los medios hacen socialmente no es producto sólo de las tecnologías que utilizan, sino sobre todo de las formas en que intervienen sobre los sistemas culturales, es decir, sobre las reglas y esquemas generativos de la significación y de la valoración intersubjetivas del entorno, sobre las competencias necesarias para conocer e interpretar el mundo, para producir sentido.

Y aquí es donde se encuentran las principales divergencias entre las prácticas de las instituciones educativas y las prácticas de las instituciones comunicativas, ninguna de las cuales opera ni mecánica ni linealmente. No se habla ya de flujos de información, sino de formaciones culturales, que es indispensable conceptualizar desde marcos amplios y complejos e intervenir estratégica y concertadamente. Esta vertiente de la problemática educación-comunicación se plantea como una perspectiva para ser abordada en otro momento de la investigación que da origen a este trabajo.

El planteamiento de *otra escuela* acorde al mundo cotidiano de niños y jóvenes, que responda a las demandas y necesidades de éstos en múltiples aspectos, es una tarea multidimensional, que deberá considerar también la correspondencia de los recursos que ofrecen las tecnologías con los objetivos pedagógicos buscados —intención que se

manifiesta en los estudios de investigadores en comunicación, educación y computación revisados en este trabajo. Así, tal vez, la participación en la construcción de realidades mediante la simulación computarizada, podría ser la metáfora para la construcción participativa de realidades más acordes con los fines democráticos e igualitarios que la educación debería promover.

Bibliografía

- Ainsworth, S.E., P.A. Bibby y D.J. Wood (1997), "Information technology and multiple representations: new opportunities-new problems", *Journal of Information Technology for Teacher education*, 6(1), 93-104.
- Barret, E. y M. Redmond (ed.) (1997), *Contextual Media*, MIT Press, Massachusets.
- Biocca, F. (1993), "Communication research for the design of communication interfaces and systems", *Journal of Communication*, 43(3).
- Bliss, J. y J. Ogborn (1989), "Tools for exploratory learning", *Journal of Computer Assisted Learning*, 5(1), 37-50.
- Brown, J.S., A. Collins y P. Duguid (1989), "Situated cognition and the culture of learning", *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Castells, Manuel (1999), *La era de la información. Economía, sociedad y cultura*, (3 vols), Siglo XXI, México.
- Cunningham, D., T.M. Duffy y R. Knuth (1993), "Textbook of the future", en C. McKnight (ed.), *Hypertext: A psychological perspective*, Ellis Horwood Publications, London.
- Dowling, C. (2000), "Simulations: New "Worlds" for Learning?", *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 6(3/4), 321-337.
- Ferrés, Joan (1996), *Televisión Subliminal. Socialización mediante comunicaciones inadvertidas*, Paidós, Barcelona.
- (2000), *Educación en una cultura del espectáculo*, Paidós, Barcelona.

- Fuentes Navarro, Raúl (2000), *Educación y Telemática*, Norma, Buenos Aires.
- Goldman-Segall, R. (1997), "Deconstructing the Humpty Dumpty Myth: Putting It Together to Create Cultural Meaning", en E. Barret y M. Redmond (eds.), *Contextual Media*, MIT Press, Massachusetts.
- Grabinger, R.S., J.C. Dunlap y J.A. Duffield (1997), "Rich environments for active learning in action: Problem-based learning", *Association for Learning Technology Journal*, 5(2), 5-17.
- Gredler, M.I. (1996), "Educational games and simulations: A technology in search of a (research) paradigm", en D.H. Jonassen (ed.), *Handbook of research on educational communications and technology*, Simon & Shuster Macmillan, New York, pp. 521-540.
- Harper, B. D. Squires y A. McDougall (2000), "Constructivist Simulations: A New Design Paradigm", en *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 9(2), 115-130.
- Helsel, S. (1991), *Virtual Reality, Theory, Practice and Promise*, Westport, Meckler, EUA.
- Herrington, J. y R. Oliver (1999), "Using Situated Learning and Multimedia to Investigate Higher-Order Thinking", *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 8(4), 401-421.
- Jonassen, D.H. (1994), "Thinking Technology: Toward a constructivist design model", *Educational Technology*, 34(3), 34-37.
- Kashihara et al. (2000), "A cognitive load reduction approach to exploratory learning and its application to an interactive simulation-based learning system", *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 9(3), 253-276.
- Kay, A. (1984), "Computer software", *Scientific American* 251(3), pp. 52-59.
- Keegan, M. (1995), *Scenario, Educational Software: design and development of discovery learning*, Educational Technology Publications, Englewood Cliffs.
- Krippendorff, K (1993), "The past of Communication's hoped-for future", *The Future of the Field I, Journal of Communication*, 43 (3).
- Martín Barbero, Jesús (1997), "Heredando el futuro", *Nómadas* n. 5, Universidad Central, Santa Fe de Bogotá.

- MIT (2001), Massachusetts Institute of Technology, //darbelofflab.mit.edu/research/Wearable.html (consultado en febrero, 2001).
- McLaren, Peter (1997), *Pedagogía crítica y cultura depredadora. Políticas de oposición en la era posmoderna*, Paidós, Barcelona.
- Orozco Gómez, Guillermo (1997), "Educación, medios de difusión y generación de conocimiento. Hacia una pedagogía crítica de la representación", *Nómadas*, n. 5, Universidad Central, Santa Fe de Bogotá.
- Papert, S. (1980), *Mindstorms: Children, computers and powerful ideas*, The Harvester Press, Brighton, Sussex.
- (1993), *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*, Basic Books, New York.
- Pérez Tornero, José Manuel (ed.) (2000), *Comunicación y educación en la sociedad de la información*, Paidós, Barcelona.
- Rieber, L.P. (1992), "Computer-based microworlds: A bridge between constructivism and direct instruction", *Educational Technology Research and Development*, 40(1), 93-106.
- Salomon, G. (1997), "Of mind and media", *Phi, Delta, Kappan*.
- Soares, Ismar de Oliveira (1999), "Comunicação/Educação: a emergência de um novo campo e o perfil de seus profissionais", *Contato*, n. 2, Brasília, pp.19-74.
- Vygotsky, Lev S. (1977), *Pensamiento y lenguaje. Teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas*, La Pléyade, Buenos Aires.