

JUANA M.^a SANCHO GIL (**)

EL LUGAR DEL QUE SE HABLA Y EL SENTIDO DE ESTE ARTÍCULO

Comencé a interesarme por el tema de la utilización del ordenador en los procesos de enseñanza y aprendizaje hace más de diez años, un período que abarca prácticamente toda la historia de la «informática educativa» en este país. Inicié esta andadura impartiendo docencia en los cursos intensivos de formación organizados por el Centro de Recursos de Informática Educativa y Profesional-CRIEP (Sancho y Butzbach, 1985) (1). Desde ese momento comprendí la dimensión del impacto de esta tecnología en la vida cotidiana, en general, y en la educación en particular, y no sólo me he interesado por su utilización en los procesos de enseñanza y aprendizaje, sino también por sus aspectos transformadores en los planos individual y social. En el curso 1985-86, organicé en la Universidad de Barcelona la primera asignatura optativa que consideraba el uso del ordenador como herramienta curricular. Desde entonces, no ha cesado mi actividad docente e investigadora en torno a las diferentes facetas implicadas en el fenómeno informático, cada vez más patente y omnipresente. Esta actividad me ha permitido constatar, por una parte, un cierto desencanto por parte de investigadores, docentes, alumnado y familias que habían puesto en el uso de los sistemas informáticos grandes expectativas poco fundamentadas y, por otra, el rechazo enconado de algunas personas a utilizarlos por miedo, ignorancia o por hacerlos responsables de transformaciones no deseadas. En ambos extremos, la imagen de las tecnologías de la información y la co-

(*) Este texto ha sido elaborado en el proceso de la investigación «La Tecnología de la Información en los procesos de enseñanza y aprendizaje. De la investigación y el desarrollo a la utilización efectiva», que realicé en el Educational Technology Center, Graduate School of Education, Universidad de Harvard, en 1993, con una ayuda del Programa de Movilidad Temporal de Personal Funcionario, Docente e Investigador. Estancias de Investigadores Españoles en Centros de Investigación Extranjeros. Ministerio de Educación y Ciencia. Dirección General de Investigación Científica y Técnica. Las ideas básicas de este trabajo las presenté en forma de ponencia invitada en el VII Seminario de Psicología de Tarragona en octubre de 1993.

(**) Dpto. de Didáctica y Organización Escolar. Universidad de Barcelona.

(1) Mi primer contacto con el tema lo había establecido en un Master de Educación en Áreas Urbanas que cursé en la Universidad de Londres en 1980-82.

municación está alimentada por la forma cómo los individuos entienden y construyen el discurso en torno a ellas. En este trabajo intento situar dónde y por qué se generan algunos de estos «malentendidos» y cuáles están siendo sus consecuencias en el ámbito de la educación.

La primera finalidad de este trabajo es situar el sentido del discurso que ha centrado en el ordenador (los sistemas informáticos) la idea de desarrollo cognitivo, de innovación educativa y de solución de los problemas de la enseñanza escolar. La segunda consiste en señalar el origen de una de las metáforas más potentes y persistentes, la que define la cognición como computación, el conocimiento como información organizada y el aprendiz como «procesador» de información, y sus consecuencias en la concepción del conocimiento y el aprendizaje.

Para ello mostraré cómo los avances experimentados por ámbitos de investigación, tales como la inteligencia artificial y la ciencia cognitiva, profundamente ligados a los desarrollos de la tecnología militar estadounidense desde la Segunda Guerra mundial, han sido traspasados al ámbito de la educación escolar. Asimismo discutiré cómo la conceptualización de la mente como un ordenador y el conocimiento como información organizada ha llevado a presentar a esta máquina como una «herramienta cognitiva» privilegiada y ha supuesto la sobrevaloración de un tipo de conocimiento y habilidades. Finalmente, apunto la falta de evidencias empíricas para sustentar muchas de las afirmaciones y propuestas que se realizan y contribuyen a la mitificación de esta herramienta.

El desarrollo de este trabajo ha estado guiado por el deseo de contribuir a la desmitificación de un recurso, cada vez más onnipresente en nuestras vidas, para que las decisiones sobre su utilización, el sentido de las mismas y sus consecuencias se vean a la luz de la deliberación crítica y profesional, a partir de los retos de la enseñanza actual, y no como consecuencia del deslumbramiento repentino o el desconocimiento informado.

LA HERRAMIENTA PRODIGIOSA... CREADORA DE ILUSIONES

La historia de los desarrollos tecnológicos muestra cómo la utilización generalizada de distintos artefactos tiene una repercusión, muchas veces imprevista, en la propia organización social y en la forma de percibir el mundo. Por ejemplo, algo tan cotidiano para nosotros como el reloj, en un momento dado, devino un importante agente de cambio en las mentalidades. Transformó la percepción orgánica y cíclica que los seres humanos habían tenido hasta su invención e introdujo una concepción del tiempo lineal, progresiva y secuencial. Comenzó el imperativo del tiempo, las cosas empezaron a hacerse cuando el reloj de la iglesia daba las horas, no cuando tenían que hacerse. Según Mumford, «el reloj desasoció el tiempo de los acontecimientos humanos y contribuyó a fomentar la creencia de un mundo independiente de secuencias que pueden ser medidas matemáticamente», a lo que Weizenbaum añade que «creó literalmente una nueva realidad... que era y sigue siendo, una pobre versión de la antigua» (Shallis, 1986, pp. 110-111).

La invención del ordenador, desde la creación de las primeras máquinas digitales, hasta los últimos desarrollos multimedia, pasando por las redes telemáticas, ha supuesto una magnificación sin precedentes de las prestaciones e hipotéticas aportaciones de los desarrollos tecnológicos, entre otros campos, a la resolución de los problemas sociales. Es difícil encontrar otros artefactos que hayan propiciado un discurso tan potente sobre su pretendida utilidad de forma tan desvinculada de la evidencia empírica. Un discurso que se ha basado en una publicidad magnificada de unos efectos no probados.

Hace 45 años, cuando sólo funcionaba un ordenador en el mundo y de forma experimental, el diario *Le Monde* publicaba un artículo del padre Dominique Dubarle, un apasionado por la ciencia y la tecnología, sobre el nacimiento de la cibernética y el invento del ordenador, en el que se refería a éste como «la máquina para seleccionar informaciones (...), que abarca la totalidad de producciones de la mente representadas en las bibliotecas del mundo». A su vez, Norbert Wiener, matemático que acuñó el concepto de cibernética, veía en esas máquinas un instrumento extraordinario para luchar contra el desorden y la entropía que amenazan a nuestras sociedades (Breton, 1993, p. 37).

A partir de estos inicios, y referido a distintos campos del saber y de la intervención social, el enaltecimiento de las aportaciones, no siempre fundamentadas en las realizaciones prácticas, de esta «máquina prodigiosa» ha sido continuado. El siguiente conjunto de reseñas son otros tantos ejemplos que fundamentan mi argumentación.

En 1958, *Newell y Simon*, considerados como los principales artífices de las concepciones fundamentales del campo de investigación y desarrollo que más tarde se denominaría «inteligencia artificial», afirmaron que existían en el mundo máquinas que piensan, aprenden y crean. Estaban convencidos de que la capacidad de estas máquinas para realizar estas acciones iba a aumentar rápidamente hasta que, en un futuro cercano, la gama de problemas que pudieran abordar se superpondría a la del cerebro humano (Weizenbaum, 1976).

Roszak (1988, p. 27) apuntaba que «en nuestra propia época, estos dos fenómenos –la miniaturización y el alcance útil de las comunicaciones– han permitido que hasta el más modesto de los ordenadores personales enlazase con redes de información que cubren todo el planeta, lo cual, a juicio de algunos entusiastas, le da las dimensiones de un cerebro mundial».

Naisbitt, siguiendo la «megatendencia» de la sociedad industrial a la «sociedad de la información», dice que en el nuevo orden económico «ahora producimos información en serie, del mismo modo que antes fabricábamos automóviles en serie. En la sociedad de la información hemos sistematizado la producción de conocimiento y amplificado nuestra capacidad mental. Empleando una metáfora industrial, diremos que ahora producimos conocimiento en serie y que este conocimiento es la fuerza motriz de nuestra economía» (Roszak, 1988, p. 35).

Papert, ha pronosticado que los ordenadores transformarían radicalmente la escuela. «En el futuro no habrá escuelas... Creo que el ordenador las hará saltar por los aires. Es decir, la escuela definida como un lugar donde hay clases, profesorado suministrando exámenes, gente agrupada por edades, siguiendo un currículum –todo eso–. Todo el

sistema está basado en un conjunto de conceptos estructurales que son incompatibles con la presencia del ordenador...» (Cuban, 1986, p. 72).

El avance en los desarrollos multimedia ha llevado a *Lamb* (1992, p. 33) a afirmar que «todos los recursos didácticos que han aparecido en los dos últimos siglos, desde libros de texto y pizarras a proyectores de diapositivas, vídeos y ordenadores, se reúnen ahora en una sola estación de trabajo interactiva. Las clases de mañana verán estaciones de presentación interactivas unidas a redes de más amplia área que harán llegar a los estudiantes, audio, vídeo y datos tanto en el lugar de estudio como fuera de él. (...) La utilización de distintos canales permite al profesorado tener en cuenta los diferentes estilos cognitivos. El multimedia alienta la exploración, la autoexpresión y un sentido de dominio al permitir a los estudiantes manipular sus componentes. Los entornos multimedia activos favorecen la comunicación, la cooperación y la colaboración entre el profesor y el alumnado. El multimedia hace el aprendizaje estimulante, atractivo y divertido».

Para *Franklin y Kinnell* (1990, p. 3) «los programas hipermedia e hipertexto mejoran el acceso de los estudiantes al conocimiento, revelan ideas en los momentos enseñables, muestran conexiones entre diferentes materias, fomentan el pensamiento integrativo y sirven como potentes herramientas de presentación. (...) La herramienta hipermedia fomenta la consulta y el descubrimiento. Permite, por ejemplo, consultar cientos de ilustraciones en una enciclopedia y cuando se encuentra algo interesante, se puede obtener todo el artículo».

En otro orden de cosas, para *Johnson-Laird* (1988, pp. 7-8) «antes de la informática existía una clara distinción entre cerebro y mente: uno era el órgano físico, la otra una fantasmal no-entidad poco respetable como tema de investigación. (Los adultos podían hablar sobre ella en privado mientras entendieran que no existía realmente.) Después de la informática, no puede existir más escepticismo: una máquina puede ser controlada por un «programa» de instrucciones simbólicas, y no hay nada fantasmal en un programa ordenador. Quizás la mente se encuentra en el cerebro de la misma forma que el programa se encuentra en el ordenador. Puede existir una ciencia de la mente». Lo interesante de esta aproximación, como apunta *Somekh* (1992) es que Johnson-Laird no se hace ninguna pregunta sobre la identidad del programador, ni sobre el contenido del programa.

Una síntesis no exhaustiva del pensamiento presente en estas reseñas ejemplificadoras sugiere una visión de la realidad caracterizada por:

- a) la existencia de máquinas que piensan, aprenden y crean;
- b) el funcionamiento de la mente como un «programa» de instrucciones simbólicas;
- c) la superposición entre información y conocimiento;
- d) la existencia de una «herramienta cognitiva» por excelencia que favorece la producción de conocimiento; amplifica nuestra capacidad mental; hace el aprendizaje estimulante, atractivo y divertido; mejora el acceso de los estudian-

ties al conocimiento, y significa un reto considerable para la escuela actual como lugar privilegiado de enseñanza y aprendizaje.

Los sentidos de este discurso sobre los sistemas informáticos no se agota en la mera transmisión de información sobre las características más o menos realistas de esta tecnología y el amplio espectro de sus aplicaciones. Como sugiere *Foucault* (1984) todo discurso implica un estilo o forma de conocer que contiene elementos de poder y control. El caso del ordenador puede ser ejemplo paradigmático.

¿POR QUÉ SUSCITA TANTA FE (2) EL ORDENADOR? LA METÁFORA Y EL MITO COMO FORMAS DE REGULACIÓN DEL PENSAMIENTO Y LA ACCIÓN

El uso de la metáfora como forma de expresión de las ideas, aunque no sin controversia, tiene una larga tradición en el campo de la filosofía y de las ciencias. Para filósofos como Ortega y Gasset, la metáfora es un instrumento mental imprescindible, es una forma de pensamiento científico. Es un procedimiento intelectual por cuyo medio conseguimos aprehender lo que se halla lejos de nuestra potencia conceptual. El uso de la metáfora en las ciencias, al contrario que en la literatura, tiene una función suplente y no constituyente. La metáfora científica va del más al menos, y en lugar de afirmar identidades entre cosas concretas, sostiene identidades entre partes abstractas de las cosas. Para Lévi-Strauss la metáfora (paradigma o sistema) se contrapone a, y complementa con, la metonimia (sintagma). La metáfora es en este sentido un sistema según el cual, se organizan los hechos sociales y culturales y la forma cómo determinadas entidades ocupan una posición social.

La aparición y evolución de la denominada ciencia cognitiva, el impresionante desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación y su presencia cada vez más generalizada en los diferentes ámbitos de la vida cotidiana (desde el ocio a las actividades culturales y científicas), no sólo han generado una serie de metáforas específicas sino también la necesidad de adaptar el sistema educativo escolar a las nuevas condiciones creadas por la sociedad posindustrial, fomentando la construcción de algunos mitos. Poco a poco, metáforas y mitos pasan a formar parte del imaginario cultural y la manera de ver el mundo no sólo de los legos sino también de los estudiosos, alimentan las expectativas y (de)limitan de manera importante tanto los objetos de estudio y la forma de acercarse a ellos, como el sentido de la intervención en los problemas reales de la vida cotidiana.

En el campo de la Psicología, una de las metáforas más potentes para explicar la cognición, aunque no por ello menos criticada, ha sido la denominada «mente-ordenador» o paradigma computacional. Esta conceptualización del objeto de estudio, en un primer momento, permitió el desarrollo de un conjunto de teorías explicativas impor-

(2) Utilizo este término de procedencia religiosa porque las perspectivas sobre el uso (y también de la conveniencia del no uso) del ordenador se debaten, demasiado a menudo, más como una cuestión de fe, y por tanto, de fidelidades e infidelidades, que como una deliberación científica, profesional o ética, basada en estudios rigurosos y contrastes bien informados y argumentados.

tantes sobre los procesos de organización del conocimiento (Johnson-Laird, Shank, Minsky, etc.), aunque parece hallarse en este momento en un callejón sin salida (Gadner, 1983; Riviere, 1988; Searle, 1992). Por otra parte, la consideración reduccionista del conocimiento como «información», y del ser humano como «procesador de la información» ha alimentado el viejo sueño autoritario de la utopía social basada en la tecnología (Breton, 1993).

Para poder explicar el sentido ideológico de ésta y otras metáforas utilizadas, el fundamento de las críticas suscitadas y, hasta cierto punto, su persistencia en el discurso y la práctica, haré una breve incursión en el contexto histórico, político y social en que se generan.

En 1987 realicé un trabajo en el que argumentaba que el discurso articulado en torno al uso educativo del ordenador había propiciado la creación de una falacia de datos insuficientes en la que convergían la generalización inadecuada, la falta de pruebas y la falsa causa (3). Al abordar la investigación de cuyo proceso forma parte este texto, revise aquel material y lo encontré inusualmente actual y relevante. La línea de la argumentación que centraba aquel estudio no sólo sigue vigente sino que hoy parece, incluso, más pertinente. En los siguientes apartados profundizo algunas de las ideas apuntadas en aquel estudio.

¿QUÉ ALIENTA LAS DECISIONES EN TORNO AL USO DEL ORDENADOR?

A la hora de determinar el posible papel y utilización del ordenador en la enseñanza y el aprendizaje escolar, dos son las ideas-mito que parecen estar en la base de las razones esgrimidas (4). La primera hace referencia a la necesidad de preparar al alumnado para el futuro: el ordenador es futuro, el que sepa manejarlo tendrá un porvenir asegurado. La segunda se relaciona con la calidad de los procesos cognitivos propiciada por su uso: el que utilice el ordenador será más inteligente, tendrá más capacidad para resolver problemas y, por tanto, para adaptarse a las inseguras situaciones venideras. Una tercera idea-mito, convertida en razón pedagógica y transmitida por los distintos proyectos de utilización del ordenador en la enseñanza, es la de presentarlo como «motor de innovación educativa» (Martín, 1991; PIE, 1991). Entender dónde se generan estas visiones y explorar sus apoyaturas teórico-prácticas será la función de los siguientes apartados.

LA NECESIDAD DE ADAPTAR EL «HOMBRE» (5) A LA MÁQUINA

Como es sabido, los principales objetivos de la participación de los psicólogos en proyectos militares en torno a la Segunda Guerra mundial fueron, por una parte, ayu-

(3) SANCHO (1988).

(4) También existe un discurso articulado para justificar la no utilización de las tecnologías de la información y la comunicación (Sancho, 1994a), pero por razones de espacio no lo consideraré.

(5) Esta denominación no responde a la utilización sexista del lenguaje, sino que recoge una visión del mundo alimentada en Estados Unidos a partir de la Segunda Guerra mundial, hecha por «hombres» y para «hombres» (no por y para seres humanos) que ve en la tecnología la concreción de una utopía.

dar a resolver los problemas que pilotos y operadores encontraban para manejar un armamento cada vez más complejo y, por otra, contribuir al diseño de armas que se adaptasen mejor a las capacidades y limitaciones de los hombres (Noble, 1991).

Esta visión comienza a situar a la máquina, y al conocimiento tecnológico que la genera, en una posición privilegiada como sustituta y potenciadora de las capacidades humanas. De esta forma, el ciclo tecnológico tradicional, en el cual el individuo o los grupos inventan algo nuevo, teniendo que adaptarse después a los instrumentos contruidos, cobra unas dimensiones minúsculas.

Quizás lo más relevante de estas ideas, que llevaron a Bray (1962, p. 4) a afirmar que «la psicología militar había contribuido poco a aumentar la comprensión sobre el ser humano y mucho a utilizarlo de manera eficaz», es su repercusión en el ámbito de la educación, que comienza a denominarse *instrucción*. La idea de fondo que sustenta este punto de vista es la presuposición de que es posible diseñar, planificar y controlar entornos en los que los individuos desarrollen aquellas capacidades necesarias para resolver los problemas y las situaciones que se les planteen.

Por otra parte, la potente influencia ejercida en el campo industrial por la tecnología desarrollada en el ámbito militar (Mumford, 1970) y la persistencia en relacionar la educación con el desarrollo económico y el bienestar de la nación propiciaron, en Estados Unidos (6), desde los años sesenta, pero sobre todo en los ochenta, la elaboración de una serie de informes en los que se insiste en la necesidad de contar con «recursos humanos» que puedan «resolver problemas» y «realizar un trabajo inteligente».

La idea que subyace en estas propuestas es la imagen convencional de que los cambios tecnológicos incrementarán las cualificaciones requeridas por la fuerza de trabajo y precisarán que el sistema educativo amplíe sus ofertas técnicas, para mantener la competitividad. Sin embargo, los cambios tecnológicos no parecen apuntar a la creación de un gran número de trabajos de alta tecnología. Precisamente debido al aumento de la automatización de las tareas propiciada por los sistemas informáticos, el crecimiento real de puestos de trabajo se está situando en oficios convencionales, de baja tecnología, sobre todo en el sector de servicios (Grubb, 1988).

(6) Desde la Segunda Guerra mundial, el flujo de influencia que comienza con la aparición de este tipo de informes y acaba con la introducción de reformas en los sistemas educativos escolares, ha partido de Estados Unidos y se ha extendido hacia Europa y el resto de los países del mundo. En España, la LGE y la actual LOGSE forman parte de esta tendencia. En la fundamentación del proyecto de reforma se dice que «el acelerado ritmo de innovaciones tecnológicas reclama un sistema educativo capaz de impulsar en los estudiantes el interés por aprender. Y que ese interés ante nuevos conocimientos y técnicas se mantenga a lo largo de su vida profesional, que probablemente tenderá a realizarse en áreas diversas de una actividad productiva cada vez más sujeta al impacto de las nuevas tecnologías. El progreso tecnológico, por otro lado, plantea también serios desafíos a la hora de lograr un desarrollo social equilibrado que sea respetuoso con una condición humana de la existencia. Existe el temor, para algunos ya elaborado en forma de diagnóstico, de que la humanidad ha progresado más en técnica que en sabiduría. Ante este malestar, el sistema educativo ha de responder tratando de formar hombres y mujeres con tanta sabiduría, en el sentido tradicional y moral del término, como cualificación tecnológica y científica». Ministerio de Educación y Ciencia (1987, p. 23).

Otros informes, como el de la Carnegie Foundation (Boyer, 1983), determinaban que la escuela secundaria debería ayudar a todos los estudiantes a desarrollar la capacidad para pensar críticamente y a comunicarse de manera efectiva mediante el dominio de la lengua. En el mismo sentido, el National Science Board (1983) declaraba que «los aprendizajes básicos» del siglo XXI deberían incluir la comunicación y la habilidad superior de resolución de problemas, y la alfabetización científica y tecnológica como herramientas de *pensamiento* que ayudan a entender el mundo tecnológico que nos rodea.

Sin embargo, el «pensamiento crítico» y las capacidades de orden superior frecuentemente mencionadas no incluyen la capacidad de ser crítico con las instituciones sociales y económicas, con los superiores, con las normas sociales y con las pautas culturales. Desde estas concepciones, el pensamiento de orden superior es más un elemento conformista que una característica de disidencia; es la aptitud de resolución de problemas del ingeniero que toma un problema técnico como algo dado, no la tendencia del reformador a identificar un problema social, analizar sus causas y buscar alternativas (Grubb, 1988).

Finalmente, si la función básica del sistema educativo escolar, como propugnaba el Proyecto de Reforma de la Enseñanza en España, ha de ser «formar hombres y mujeres con tanta sabiduría, en el sentido tradicional y moral del término, como cualificación tecnológica y científica» (MEC, 1987), el «futuro» no sólo pasa por el uso de sistemas informáticos que pueden ser utilizados de formas y con resultados muy diferentes, sino por una planificación y una práctica política profesional más reflexiva, diversificada y profunda en todas las instancias y momentos del sistema escolar.

LA UNIFORMACIÓN DE LA MENTE

Voy a permitirme una breve aproximación histórica, ya que los hechos sin contexto son difíciles de situar y comprender. Para *Jerome Bruner* (1990, pp. 19-71) el objetivo de «la revolución cognitiva» iniciada en los años cincuenta en Estados Unidos, era «recuperar la "mente" en las ciencias humanas después de un prolongado y frío invierno de objetivismo (...) tal como se concibió originalmente, venía a exigir prácticamente que la psicología uniese fuerzas con la antropología y la lingüística, la filosofía y la historia, incluso con la disciplina del derecho». Si esta era la perspectiva de un grupo de científicos jóvenes y de considerable prestigio, ¿qué hizo posible que un planteamiento tan complejo generase el reduccionismo de la metáfora computacional? La respuesta no puede ser única y se sitúa en un conjunto de factores que contiene desde la dificultad de llevar a cabo aproximaciones interdisciplinares no acumulativas sino substantivas a un problema (Gadner, 1983), hasta las limitaciones que tenemos los seres humanos para despojarnos, de la noche a la mañana, de la construcción que hemos ido haciendo del mundo, pasando por el poder de determinados grupos para hacerse oír e imponer sus puntos de vista.

Noble (1991, p. 43) en su estudio sobre la influencia del ejército estadounidense en el desarrollo de todas las aplicaciones del ordenador, afirma que «el término "ciencia cognitiva" comenzó a utilizarse a mitad de los años setenta cuando los investigadores

del campo de la inteligencia artificial, amenazados por la pérdida de su principal fuente de financiación, la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de Defensa (DARPA), se dirigieron a la Fundación Sloan, que había comenzado su ayuda multimillonaria a las nuevas ciencias de la cognición, que incluían neurociencia, lingüística, antropología y psicología cognitiva. La inteligencia artificial también se incluyó en el paraguas de la ciencia cognitiva». De este modo, el nacimiento de la ciencia cognitiva como «empeño contemporáneo de base empírica por responder a interrogantes epistemológicos de antigua data, en particular los vinculados a la naturaleza del conocimiento, sus elementos componentes, sus fuentes, evolución y difusión» (Gadner, 1988, p. 21) queda profundamente marcado por un potente discurso basado en la racionalidad tecnológica y en las ciencias de lo artificial (Simon, 1969).

En la racionalidad tecnológica, los conceptos de *téchne* como «un saber hacer de forma eficaz» y de tecnología, «el hacer con *logos*, con razonamiento» pierden relación con los problemas reales que surgen o se producen y se intenta resolver, viniendo definidos y avalados por las «verdades incuestionables» de las nuevas ciencias de lo artificial y su poder en la creación de un nuevo orden social (Laufer, 1990).

Según McCorduck (1979), Allen Newell, director de formación de pilotos, llevó a cabo el primer uso del ordenador para manipular símbolos en vez de números al simular con éxito las señales de un radar con fines formativos (de adiestramiento). En este entorno simulado, Newell llegó a considerar también a los operadores humanos como «sistemas de procesamiento de la información» que trataban los símbolos de la misma forma que su programa «trataba» las representaciones de las señales luminosas simuladas en el radar. A comienzos de los cincuenta, Newell y Herbert Simon, que se ocupaban del análisis de la toma de decisiones administrativas en organizaciones industriales, comenzaron a colaborar. Simon veía la mente como una máquina lógica que toma algunas premisas, las reduce y las elabora (procesa) en conclusiones. Su visión de la toma de decisiones humanas como otra forma de manipulación de símbolos, o «tratamiento de la información», llevó a Newell y Simon a simular la toma de decisiones. Las ideas y desarrollos de estos dos autores han tenido y siguen teniendo una gran influencia en algunos discursos y prácticas psicológicas y pedagógicas (Striebel, 1993).

Para Newell, Saw y Simon (1958, p. 151) «si uno considera que el organismo consiste en emisores y receptores, y un sistema de control para relacionarlos, entonces (la nuestra era) una teoría de sistema de control». De este modo, para ellos, si se pudiese simular tal conducta inteligente compleja y llegar a reproducirla en un ordenador, se podría considerar que se entiende los procesos que subyacen a esta conducta. Este fue el principio y la motivación de lo que ellos llamaron «simulación cognitiva» que un profesor del MIT denominó «inteligencia artificial» Noble (1991) también sitúa en este momento el nacimiento de la idea de «procesamiento de la información» utilizado por la psicología cognitiva. En 1960, los psicólogos Miller, Galanter y Pribean hicieron la primera traducción del «Information Processing System» de Newell y Simon, en un libro de gran influencia con el título: *Plans and Structure of Behaviour*. Sus esfuerzos y los de otros, pronto reemplazaron la opacidad de la «caja negra» del conductismo con los «procesos transparentes» de lo que Neisser (1967) acuñó como «psicología cognitiva».

Por su parte, la ciencia cognitiva tuvo dos papeles significativos en la psicología militar de los factores humanos: entender y codificar las funciones cognitivas humanas, y mejorar estas capacidades de acuerdo con los elevados requerimientos de los sistemas militares de alta ejecución. Uno de sus objetivos era simular en el ordenador la conducta cognitiva humana. El otro, «reprogramar» el «programa humano» a lo que Simon (1981) denomina la parte prescriptiva o normativa de la inteligencia artificial y Norman (1980) la «ingeniería psicológica» en ciencia cognitiva. En definitiva, la finalidad de la investigación militar en inteligencia artificial y ciencia cognitiva era «desarrollar un sistema que pueda simular y a la larga mejorar la resolución de problemas y la toma de decisiones de los humanos» (Andriole, 1985, p. 481).

Los elementos de la perspectiva de la inteligencia artificial que más han contribuido a la creación de la idea del ordenador como innovación y como herramienta cognitiva privilegiada son:

- a) Su consideración de quintaesencia de «la innovación tecnológica», al «filo» de la informática y la ciencia cognitiva;
- b) Su «potencial heurístico», que se configura como «la esencia de la inteligencia militar» además de «la base de la estrategia y las tácticas en orden y control»;
- c) Su consideración de «ayuda inteligente». La aplicación de la inteligencia artificial en el armamento no pretende reemplazar al personal, sino desarrollar «ayudas inteligentes» para ser utilizadas en tándem, «en directo», con humanos, para ayudarles a tomar decisiones, a resolver problemas, y a planificar de forma estratégica (Noble, 1991, pp. 43-45).

Esta última característica de la inteligencia artificial y el concepto de formación (entrenamiento) que conlleva han tenido repercusiones importantes en las propuestas educativas que se han realizado con respecto al uso del ordenador. Semejante perspectiva concibe la formación como ingeniería humana, cada día más y más dependiente de los avances de la inteligencia artificial y la ciencia cognitiva por la necesidad de capacitar a los individuos para dar respuesta al aumento de la complejidad tecnológica.

Las necesidades específicas de este tipo de entrenamiento son: a) el requerimiento de eficacia, especificidad, uniformidad y la garantía de un alto nivel de rendimiento; b) una especificación rigurosa del adiestramiento con las tareas asignadas; c) asegurar que cada individuo adquiere «todas» las habilidades y conocimientos necesarios, pero nada que sea simplemente «interesante saber» (Bryan, 1966, p. 140); d) uniformidad, estandarización y control de calidad para asegurar el dominio de las habilidades precisas para las actuaciones apropiadas en cada tarea asignada. El «reto» de la formación militar y empresarial se podría resumir como la necesidad de alcanzar un «máximo adiestramiento en un mínimo tiempo» (Olsen y Bas, 1982, p. 32).

Estas necesidades intrínsecas del adiestramiento militar e industrial han supuesto un apoyo considerable en la construcción de la metáfora «mente-ordenador» y han propiciado el desarrollo de una determinada perspectiva de intervención en el ámbito de la educación escolar basada en los conceptos de eficacia y control. Sin embargo, la educación escolar ha de dar respuesta a necesidades y situaciones mucho más complejas y

controvertidas. Tan controvertidas como cualquier determinación que puede configurar las experiencias vitales y el desarrollo de las personas.

LA REVOLUCIÓN COGNITIVA «NO ERA ESO»

Las críticas a la reducción que supone considerar la mente como un ordenador, el aprendizaje como la ejecución de un programa eficaz y el conocimiento como «tratamiento de información» han sido variadas y desde muchos frentes. Filósofos como Dreyfus (1992) y Searle (1992) hacen una crítica de los fundamentos ontológicos, epistemológicos y metodológicos de la inteligencia artificial, los modelos del «procesamiento de la información» y la ciencia cognitiva.

Searle (1992, p. 113) habla de la «reducción ontológica», que consiste en «la forma en que objetos de ciertos tipos se muestran como consistentes en nada más que objetos de otro tipo». Por ejemplo, si el aprendizaje sólo consiste en «tratar» información, todos los aspectos referidos a la intencionalidad, al contexto, al dar sentido, etc., desaparecen o se rechazan por considerarse subjetivos o porque, simplemente, no existen. Como argumenta Searle (1992, p. 15) «en general en la historia de la ciencia las reducciones causales con éxito tienden a conllevar reducciones ontológicas». Reducciones que posibilitan resultados inmediatos pero también apartan a la investigación de la realidad y de los propios problemas que se pretende estudiar.

Dreyfus (1992, p. 31) apunta el «colonialismo cultural» que subyace a la metáfora computacional al sugerir que «en alguna otra cultura, el ordenador digital, probablemente sería visto como un modelo poco prometedor para la creación de razonamiento artificial, pero en nuestra tradición el ordenador parece ser el paradigma por excelencia de la inteligencia lógica, sólo aguardando el programa adecuado para acceder al atributo esencial de la racionalidad humana».

Desde la propia psicología también se han señalado las deficiencias, limitaciones y «peligros» de esta concepción. Gardner (1988, p. 412) apunta su inapropiación para dar cuenta de procesos complicados en los que están involucradas las creencias, «como la clasificación de los dominios ontológicos o los juicios sobre los cursos de acción alternativos. (...) El pensar humano se nos aparece mucho más desaliñado, intuitivo, sometido a representaciones subjetivas..., no como un cálculo puro e inmaculado». Para Riviere (1988) la Psicología Cognitiva tiene problemas en el tejido epistemológico a pesar de la enorme producción bibliográfica que ha generado.

Sin embargo, la crítica más sistemática, y más pertinente desde el punto de vista educativo, la ha realizado uno de los promotores de la «revolución cognitiva». Jerome Bruner (1990, pp. 20-23), no sin un cierto amago de decepción, escribía «...voy a contarles sobre qué creíamos yo y mis amigos que trataba la revolución allá a finales de los años cincuenta. Creíamos que se trataba de un decidido esfuerzo por instaurar el significado como el concepto fundamental de la psicología; no los estímulos y las respuestas, ni la conducta abiertamente observable, ni los impulsos biológicos y su transformación, sino el significado. No era una revolución contra el conductismo, animada por el propósito de transformarlo en una visión más adecuada que permitiese proseguir con la psicología añadiéndole un poco de mentalismo.»

«(...) Era una revolución mucho más profunda que todo eso. Su meta era descubrir y describir formalmente los significados que los seres humanos creaban a partir de sus encuentros con el mundo, para luego proponer hipótesis acerca de los procesos de construcción de significado en que se basaban. Se centraba en las habilidades simbólicas empleadas por los seres humanos para construir y dar sentido no sólo al mundo, sino también a ellos mismos. Su meta era instar a la psicología a unir fuerzas con sus disciplinas hermanas de las humanidades y las ciencias sociales, de carácter interpretativo.»

«(Sin embargo), algo que sucedió muy temprano fue el cambio de énfasis del “significado H” a la “información” de la *construcción* del significado al *procesamiento* de la información. Estos dos temas son profundamente diferentes. El factor clave de este cambio fue la adopción de la computación como metáfora dominante y de la computabilidad como criterio imprescindible de un buen modelo teórico. La información es diferente al significado. Desde el punto de vista computacional la información contiene un mensaje que ya ha sido previamente codificado por el sistema. El significado se asigna a los mensajes con antelación. No es el proceso de computación ni tiene nada que ver con esta última, salvo en el sentido arbitrario de la asignación (...).»

Pero el proceso de información no puede enfrentarse a nada que vaya más allá de las entradas precisas y arbitrarias que pueden entrar en relaciones específicas estrictamente gobernadas por un programa de operaciones elementales. Un sistema como éste no puede hacer nada frente a la vaguedad, la polisemia o las conexiones metafóricas y connotativas. Cuando parece que lo hace, es como un mono en el Museo Británico, dando la solución del problema mediante la aplicación de un algoritmo demoledor o embarcándose en la aventura de aplicar un heurístico arriesgado. El procesamiento de la información tiene la necesidad de planificación previa y reglas precisas. Excluye preguntas de formación tan anómala como estas: «¿Cómo está organizado el mundo en la mente de un fundamentalista islámico?» o «¿En qué se diferencia el concepto del yo en la Grecia homérica y el del mundo posindustrial?». Y favorece, en cambio, preguntas del tipo: «¿Cuál es la mejor estrategia para proporcionar información de control a un operador a fin de garantizar que su vehículo se mantenga en una órbita predeterminada?». (...) Estos procesos están sorprendentemente alejados de lo que normalmente recibe el nombre de «tratamiento de la información».

Desde esta perspectiva, y desde una concepción del aprendizaje como camino hacia la «sabiduría» y del individuo como ente que «conoce» cuando dota de sentido y significado a las informaciones y estímulos que le circundan, este tipo de preguntas son la clave y el punto de contraste para una aproximación no mítica al papel del ordenador en la enseñanza y el aprendizaje.

REPERCUSIONES DEL DISCURSO TECNOLÓGICO EN EL ÁMBITO DE LA EDUCACIÓN

Como hemos apuntado, el discurso sobre el uso del ordenador en el aprendizaje y la enseñanza viene configurado por una serie de factores que han dado al trinomio or-

denador-desarrollo cognitivo-innovación educativa una connotación determinada. Se ha venido entendiendo que el uso del ordenador posibilita un mayor y mejor desarrollo intelectual, a la vez que garantiza que el sistema escolar que lo utiliza no esté perdiendo «el tren del progreso» ni el de la innovación educativa. Los factores que informan este implícito, como ya hemos sugerido anteriormente, se sitúan en torno a tres ejes:

- 1) La naturaleza misma del ordenador, herramienta capaz de realizar tareas que hasta su invención parecían reservadas a los seres inteligentes: obedecer órdenes, recibir información del exterior y almacenarla, organizarla de determinadas maneras, exponerla mediante diferentes formatos, transmitirla, realizar cálculos complejos, etc.
- 2) Los avances, descubrimientos y realizaciones que el uso del ordenador ha propiciado, tanto en algunos campos del saber científico-académico como en el ámbito laboral y cultural.
- 3) La analogía establecida por las teorías cognitivas del aprendizaje entre el funcionamiento de la mente humana y el del ordenador. Y la importancia que se le ha dado en los últimos veinte años a los estudios encuadrados bajo la denominación de inteligencia artificial (7).

El ordenador irrumpe en la enseñanza con una cierta patente de corso. Su uso resolverá muchos problemas: *a)* hará la enseñanza más eficaz; *b)* hará a los alumnos más inteligentes; *c)* paliará los problemas de motivación; *d)* contribuirá a la innovación educativa, etc.

No obstante, el hecho de que el ordenador sea eficaz en la realización de algunas tareas no implica, automáticamente, que optimice los procesos de aprendizaje de los individuos. Es evidente que, como otros medios, puede contribuir a crear un entorno de enseñanza y aprendizaje que posibilite unas determinadas experiencias. Al igual que otros recursos, puede plantear al alumnado la realización de tareas que propicien el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior. Sin embargo, como cualquier otro medio o recurso de enseñanza, sigue manteniendo su carácter hipotético: nadie puede garantizar que quienes lo utilicen transfieran literalmente a su mente las actividades realizadas por o con el ordenador (Suchman, 1987). Como en cualquier otra experiencia de aprendizaje, el alumnado pasa su interacción con los sistemas informáticos por el tamiz de la dotación de significados y la intencionalidad. En este sentido, como sucede en la realización de todo tipo de tarea, que alguien interactúe de forma satisfactoria con un programa, dando las respuestas requeridas a una aplicación tradicional, un sistema tutorial inteligente, utilizando todos los recursos disponibles de un editor de textos (incluyendo diccionarios, gramáticas y *thesaurus*), «navegando» por un programa multimedia o por las redes de información, no garantiza que haya aprendido

(7) Todo ello sin contar la cantidad de novelas, cómics, películas, programas de televisión que contribuyen a la comprensión a veces distorsionada de las «capacidades» del ordenador, el tipo de publicidad que las casas comerciales realizan y el mito cultural que alimenta la creencia de que todos los que trabajan en el campo de la informática son o se convierten en modernos e innovadores, inteligentes y ricos como Bill Gates.

exactamente lo que los programas intentaban enseñarle, ni que su producción escrita tenga más valor, ni que las relaciones establecidas y las conclusiones extraídas de la información a la que ha tenido acceso sean de mayor calidad.

Por otra parte, que la programación del ordenador requiera capacidad para resolver un cierto tipo de problemas, que la propia actividad de programar pueda aumentar la facilidad de realizar un tipo de razonamiento no implica, automáticamente, que todos los individuos en todas las circunstancias vayan a desarrollar los mismos procesos y en el mismo sentido. Como tampoco implica que esa capacidad de resolución de problemas se utilice en todos los ámbitos de la vida del individuo (8). Lo que sí puede implicar una exacerbación de la aplicación de una sola forma de abordar los problemas (algorítmica, procedimental, etc.) es la creación de una cierta incapacidad para enfocar situaciones y problemas desde otros puntos de vista y otras perspectivas lógicas.

Otro tanto podría argumentarse en cuanto a la motivación. El que haya personas que pasen horas delante del ordenador con distintos tipos de juegos, resolviendo problemas de lógica formal, explorando bases de datos, o viajando por el «ciberespacio», olvidándose del mundo circundante, no implica que el alumnado, por mucho que el uso de un nuevo soporte pueda romper la aparentemente inevitable rutina de las situaciones de enseñanza y aprendizaje, se aplique en el uso del ordenador en cualquier situación. A medida que la herramienta pierde su pátina de novedad y pasa a formar parte del repertorio de medios de enseñanza y aprendizaje, la temática de la motivación se sitúa en la necesidad de encontrar situaciones, actividades y tareas que conecten y estimulen las necesidades sentidas por los individuos para aprender y sobre todo, para seguir aprendiendo.

Asimismo, la propia versatilidad de los sistemas informáticos, siempre dentro de su lógica de tratamiento de la información (aunque utilice lógica no monótona o difusa), continuamente aumentada por la diversificación de las fuentes (pictórica, auditiva, gráfica, etc.) y la rapidez de la comunicación (redes telemáticas) hace necesario tener en cuenta que no todas las tareas que puede ejecutar el usuario frente a una pantalla y un teclado son innovadoras, educativamente hablando, ni requieren el mismo tipo de actividad cognitiva y emocional. Ni todos los contextos en los que se realizan estas actividades son igualmente posibilitadores de aprendizaje y desarrollo.

Este punto muestra la importancia del contexto en los procesos de enseñanza y aprendizaje en el que se sitúa la utilización del ordenador. En los últimos veinte años, las investigaciones realizadas en el campo de la evaluación curricular han mostrado que la calidad de los materiales educativos utilizados no garantiza la consecución de los objetivos propuestos (Hamilton, 1973). Esto depende de muchos otros factores, entre los que parece tener una importancia decisiva es el ambiente de enseñanza y aprendizaje del centro y del aula. En el caso del uso del ordenador, un estilo de enseñanza excesivamente directivo puede coartar el potencial formativo de un proyecto de resolución de problemas, de toma de decisiones, de manipulación de una simulación, o de ex-

(8) La «inhabilidad» de algunas personas altamente cualificadas para afrontar problemas y situaciones personales y sociales caracterizadas por su complejidad e irreducibilidad a datos objetivos y soluciones precisas es bien conocida.

ploración de distintas fuentes de información. Del mismo modo, una aproximación excesivamente abierta, puede dejar al alumnado perdido en el «hiperespacio» de una aplicación hipermedia o en la tela de araña de una información a la que no le puede dar sentido.

Por último, hay que tener en cuenta que el desarrollo cognitivo implica muchos más factores que la propia inteligencia, que a su vez no es un concepto unitario (Gardner, 1983). Los componentes afectivos, resumidos por Piaget (1969) en la frase «la afectividad es el motor de la inteligencia», que ha recogido la investigación en el campo de estilos cognitivos y tiene una larga tradición el pensamiento pedagógico, y las influencias del entorno, tanto físico como simbólico, de la enseñanza (Sancho, 1991), nos han de hacer más cautos a la hora de proponer panaceas al complejo tema de la enseñanza y el aprendizaje escolar y el desarrollo de las capacidades cognitivas.

El aprendizaje escolar se suele dar en unas condiciones ambientales en las que no es siempre fácil garantizar que el alumnado desarrolle sus capacidades, no sólo cognitivas sino también sociales, afectivas, actitudinales, éticas, etc... Las presiones sociales, la propia burocratización institucional, el tener que trabajar a horario fijo, lo abultado de los currícula, la obsesión por los resultados, entre otros factores, no parecen propiciar las mejores condiciones para poder desarrollar tareas de aprendizaje que vayan mucho más allá de la memorización más o menos apresurada para el examen.

¿DÓNDE ESTÁN LAS PRUEBAS QUE HACEN DEL ORDENADOR UNA HERRAMIENTA COGNITIVA PRIVILEGIADA?

Resulta significativo observar que el uso del ordenador en el campo de la educación escolar, como también ha sucedido en otros ámbitos, se ha realizado con una cierta falta de rigor. El mito de que las propiedades intrínsecas del medio, como nuevo talismán del siglo xx (9), iban a ser capaces por sí mismas de posibilitar la transformación óptima del entorno, incluidas las personas, ha tenido un papel considerable. Aquí la lectura «interesada» que se ha venido haciendo de la frase de MacLuhan «el medio es el mensaje» parece haber llegado al paroxismo, convirtiéndose en: el mensaje es el medio.

En 1983 Watt escribía: «Las editoriales de material escolar, que solían utilizar cinco años para desarrollar y probar una nueva línea de libros de texto, están entrando a toda prisa en el mercado de *soft* educativo, esperando reemplazar el libro de texto estándar por un medio electrónico de ayudar a María y a Juan a practicar la ortografía y las lecciones de aritmética. (...) Los cursos sobre alfabetización informática y programación proliferan. De nuevo las editoriales compiten por ser las primeras, en vez de preocupar-

(9) Somekh (1992) caracteriza al ordenador como un talismán del siglo xx, como «un objeto dotado con los ocultos poderes de las influencias planetarias (usado) para alejar el mal o traer suerte al que lo posee. (...) Un talismán del siglo xx, en una cultura situada entre la veneración de la ciencia moderna y la fragmentación de los valores del postmodernismo, se ha convertido en parte en un juego y en parte en un objeto profundamente serio. El ordenador como talismán aviva la imaginación, invoca fe y es objeto de orgullo o de envidia; es también culturalmente extraño y parece amenazar nuestra civilización».

se por desarrollar el mejor producto posible... La alfabetización informática se ha convertido en una especie de fútbol político, nadie sabe exactamente lo que es, pero todo el mundo está seguro de que es bueno para nosotros». La situación, más de diez años después, no presenta cambios sustanciales.

Los responsables del primer plan francés de introducción del ordenador en la Escuela, a mitad de los años setenta, decidieron que no era necesario evaluar el proceso y los resultados de la introducción del ordenador en la enseñanza escolar, ya que no era necesario comparar el útil informático con los útiles tradicionales de la enseñanza. Simultáneamente esperaban que su uso traería como consecuencia la adaptación de la escuela a la vivencia cotidiana de los alumnos (Andrieu, 86). En la actualidad, los responsables del Programa de Informática Educativa de la Generalitat de Catalunya, tampoco parecen considerarlo necesario. Se diría que la mera explicitación de los deseos en forma de las tareas a llevar a cabo: *a*) contribuir a la mejora de los procesos de aprendizaje y aumentar el desarrollo de la capacidad de plantear y resolver problemas, la intuición y la creatividad; *b*) promover el uso del ordenador como un recurso de enseñanza como medio de innovación educativa; etc., (PIE, 1991) habría de garantizar su realización, lo que no siempre es el caso (De Miguel, 1987; Sancho *et. al.*, 1992).

Esta carencia de seguimiento y deliberación crítica parece una constante. MacDonald (1992) constata en la larga historia del aprendizaje asistido por ordenador la falta de examen sistemático de sus pretensiones. Este autor, al abordar la historia de la evaluación de los proyectos de utilización educativa del ordenador en Gran Bretaña, se pregunta por la política y la práctica del gobierno y la razón de por qué, en un país en el que se somete a evaluación toda aventura económica, el gobierno ha decidido aislar su inversión más importante en este desarrollo del examen externo.

Los estudios realizados hasta el momento, sobre la incidencia de la utilización del ordenador en el desarrollo cognitivo del alumnado no han aportado pruebas definitivas ni sobre la ganancia cognitiva de aquellos que utilizan el ordenador (Delval, 1986; Krendl y Lieberman, 1988; Beynon y Mackay, 1993), ni sobre la pretendida transformación y mejora de las situaciones de aprendizaje en el contexto escolar (Self, 1985; Straker, 1986; Becker, 1990; Pelgrum y Plomp, 1991, 1993). Incluso en ámbitos tales como el de los «sistemas tutoriales inteligentes» en los que se ha invertido un volumen de recursos considerable, Regian y Shute (1992, p. 10) afirman que «aunque sea correcto decir que la mayoría de los estudios de evaluación publicados hasta hoy han mostrado efectos positivos, esto es erróneo. En los estudios de intervención instructiva, existe un prejuicio selectivo para publicar sólo las intervenciones efectivas. Además, las evaluaciones controladas de sistemas tutoriales inteligentes no se dan a menudo (Barker, 1990; Littman y Soloway, 1988), a pesar de que existan muchos textos publicados sobre el diseño y desarrollo de sistemas tutoriales inteligentes (Wenger, 1987). Un análisis de estos relatos muestra que estos programas se diseñan a menudo de forma azarosa; la gama de dominios en los que se han construido es bastante restringida, y la realización de los componentes del sistema está guiado a menudo más por la intuición que por la teoría (Koedinger y Anderson, 1990; Norman, 1989). Si la actual generación de sistemas tutoriales inteligentes hubiese estado sujeta a una evaluación controlada, los resultados probablemente serían muy diferentes».

EPUR SI MUOVE

Esta visión de los hechos no impide reconocer la existencia de «una larga tradición en el uso de recursos tales como los libros y los lápices para aumentar nuestra capacidad mental y el ordenador es la última aportación a esta lista de herramientas» (Underwood y Underwood, 1990, p. viii). Sin embargo, la sobrevaloración del hipotético papel de este instrumento en el desarrollo cognitivo ¿no puede ser una muestra de la exaltación de una sola visión sobre la mente, el aprendizaje y el conocimiento? En realidad, esta consideración ha llevado a minimizar las condiciones, el sentido y el contenido de las situaciones de enseñanza y aprendizaje en las que se utiliza el ordenador, para centrar toda la atención en la herramienta.

No obstante, las investigaciones que tienen en cuenta el contexto de la enseñanza muestran que la incidencia del ordenador, en el proceso de aprendizaje del alumnado, está en clara relación con el estilo del profesor, es decir, con su forma de organizar las situaciones de enseñanza y aprendizaje (Daiute, 1985; Sheingold y Hadley, 1990; Osterrieth, 1994).

Por otra parte, las utilizaciones más innovadoras del uso del ordenador, educativamente hablando, y posibilitadoras de aprendizaje independiente y de habilidades de aprender a aprender, como las de los Centros de Tecnología de la Información de Gran Bretaña, la Escuela Dalton (Sancho, 1994b), el Centre Educatiu Projecte (Guitert, 1995), algunos centros públicos de enseñanza secundaria (Alonso, 1992), entre otros, surgen de filosofías y conceptos sobre la educación que se apropian de las tecnologías de su tiempo, pero no sucumben al poder y la fascinación de la herramienta. Utilizan las tecnologías de la información y la comunicación para profundizar y enriquecer sus objetivos y no al revés. Este es el reto, la puerta que es necesario transpasar para superar el espejismo engañoso de una representación de la realidad (información), del individuo (mente computacional) y de la educación escolar (programas instructivos) a todas luces tendenciosa y reduccionista.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, C. (1992): «Lecturas, voces y miradas en torno al recurso informático en un centro de Secundaria». Tesis doctoral. Univ. de Barcelona.
- ANDRIEU, A. (1986): «La informática en la escuela francesa: 15 años de balbuceos», *Cuadernos de Educación y Nuevas Tecnologías de la Información*, 6-7, pp. 9-15.
- ANDRIOLE, S. J. (1985): *Applications in Artificial Intelligence*. Princeton, NJ. Petrocelli Books.
- BARKER, E. L. (1990): «Technology assessment: Policy and methodological issues», en H. L. BURNS, J. PARLETT y C. LUCKHARDT (eds.), *Intelligent tutoring system: Evolution in design* (pp. 243-263); Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum Ass., Pu.
- BECKER, H. J. (1990): «Computer use in United States Schools: 1989 An initial report of U.S. participation in the I.E.A.». Comunicación presentada en el Congreso de la AERA. Boston.

- BEYNON, J. y MACKAY, H. (1993): *Computers into Classroom. More Questions Than Answers*. London. The Falmer Press.
- BOYER, E. (1983): *High School: A Report on Secondary Education in America*. New York. Harper and Row.
- BRAY, C. W. (1962): «Towards a Technology of Human Behavior for defense Use», *American Psychologist*, 17, pp. 527-41.
- BRETON, P. (1993): «Informática y utopía». *Cuatro Semanas y Le Monde Diplomatique*, Año 1, 9, pp. 37-38.
- BRUNER, J. (1990): *Acts of Meaning*. Cambridge, MA. Harvard University Press. (Versión castellana de Alianza).
- BRYAN, G. L. (1966): «Computer-Based Instruction in Armed Forces», *Proceedings for Engineering Systems for Education and Training Conference*. Arlington, Va. Washington, DC. National Security Industrial Association.
- CUBAN, L. (1986): *Teachers and Machines*. New York. Teachers College.
- DAIUTE, C. (1985): «Issues in Using Computers to Socialize the Writing Process», *Educational Communication and Technology*, vol. 33, 1, pp. 41-50.
- DE MIGUEL, M. A. (1987): «El procés d'informatization dels centres de secundaria». Seminari Permanent d'Informática de Secundaria. ICE de la Universidad de Barcelona. (Memoria sin publicar).
- DELVAL, J. (1986): *Niños y máquinas*. Madrid. Alianza.
- DREYFUS, H. L. (1992): *What Computers still can't do*. The MIT Press.
- FAUCAULT, M. (1984): *Las palabras y las cosas*. Barcelona. Planeta Gostini.
- FRANKLIN, C. y KINNELL, S. K. (1990): *Hypertext/Hipermedia in Schools. A Resource Book*. San Francisco. Ca. ACB-CLIO.
- GADNER, H. (1983): *Frames of Mind: The Theory of the Multiple Intelligences*. New York. Basic Books.
- (1988): *La nueva ciencia de la mente*. Barcelona. Paidós.
- GRUBB, W. N. (1987): «Responding to the Constancy of Change: New Technologies and Future Demands on US», en G. BURKE y R. W. RUMBERGER (eds.), *The Future of Technology on Work and Education*. The Falmer Press.
- GUITERT, M. (1995): «Los proyectos en "Projecte": Un caleidoscopio de escenarios. Estudio de un caso sobre la utilización de la telemática en el aula». Tesis doctoral. Universidad de Barcelona.
- HAMILTON, D. (1973): «At Classroom Level: Studies in the Learning Milieu». PhD thesis. Edinburgh University.
- JOHNSON-LAIRD, P. N. (1988): *The Computer and the Mind: an Introduction to Cognitive Science*. Cambridge, Ma. Harvard University Press.

- KOEDINGER, K. R. y ANDERSON, J. P. (1990): *Theoretical and empirical motivations for the design of ANGLE: A new geometry learning environment*. Working notes: AAAI spring symposium series. Stanford University, Stanford, Ca.
- KRENDL, K. A. y LIEBERMAN, D. A. (1988): «Computers and Learning: A Review of Recent Research», *Journal of Educational Computing Research*, 4, 4, pp. 367-89.
- LAMB, J. A. (1992): «Multimedia and the Teaching-Learning Process in Higher Education», en M. J. ALBRIGHT y D. L. GRAF (eds.), *Teaching in the Information Technology Age: The Role of Educational Technology*. San Francisco. Jossey-Bass Publishers.
- LAUFER, R. (1990): «The Question of the Legitimacy of the Computer. An Epistemological Point of View», en J. BERLEUR et al. (eds.), *The Information Society: Evolving Landscapes*. New York. Springer-Verlag.
- LITTMAN, D. y SOLOWAY, E. (1988): «Evaluating ITSs: Te cognitive science perspective», en M. C. POLSON y J. J. RICHARDSON (eds.), *Foundations of intelligent tutoring system*, (pp. 209-242). Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum Ass., Pu.
- MACDONALD, B. (1992): «Microworlds and real worlds -an agenda for evaluation», *European Conference about Information Technology in Education: a critical insight. Lectures*. Barcelona. Universitat de Barcelona. (Versión castellana en *Comunicación y Pedagogía-Infodidad*, octubre, 1993, pp. 31-41).
- MARTÍN, D. (ed.) (1991): *Las Tecnologías de la Información en la Educación*. Madrid. MEC.
- MCCORDUCK, P. (1979): *Machines Who Think*. San Francisco. Ca. W. H. Freeman.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA (1987): *Proyecto para la reforma de la enseñanza*. Madrid. MEC.
- MUMDFORD, L. (1970): *The Pentagon Power*. New York. Harcourt Brace Jovanovich.
- NATIONAL SCIENCE BOARD COMMISSION ON PRECOLLEGE EDUCATION IN MATHEMATICS, SCIENCE AND TECHNOLOGIES (1983): *Educating Americans for the 21st Century*. Washinton, DC. National Science Foundation.
- NEISSER, U. (1967): *Cognitive Psychology*. New York. Appleton-Century-Crofts.
- NEWELL, A.; SAW, J. C. y SIMON, H. A. (1958): «Elements of a Theory of Human Problem Solving», *Psychological Review*, 65, 3, pp. 151-66.
- NOBLE, D. D. (1991): *The Classroom Arsenal: Military Research, Information Technology and Public Education*. London. The Falmer Press.
- NORMAN, D. A. (1980): *Cognitive Engineering in Education*, en D. T. TUMA y F. REIF (eds.), *Problem Solving and Education*. Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum Assaociates, Pu.
- (1989): *The psychology of everyday things*. New York. Basic Books.
- OLSEN, J. R. y BAS, V. B. (1982): «The Application of Performance Technology in the military: 1960-1980», *NSPI Journal* (July-August), pp. 32-36.
- OSTERRIETH, S. (coord.) (1994): *Commig to Terms with Computers. Experiences in Three European Countries*. Bruxelles. Commission of the European Communities.

- PELGRUM, W. J. y PLOMP T. (1993): *The IEA study of computers in education: implementation of an innovation in 21 education systems*. Oxford. Pergamon Press.
- (1991): *The use of computers in education worldwide*. Oxford. Pergamon.
- PIAGET, J. (1969): *Psicología del niño*. Madrid. Morata.
- PIE (1991): *5 anys*. Barcelona. Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament.
- REGIAN, J. W. y SHUTE, V. (1992): «Automated Instruction as an Approach to Individualization», en REGIAN, J. W. y SHUTE, V. (eds.), *Cognitive Approach to Automated Instruction*. Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum Ass., Pu.
- RIVIERE, A. (1988): *El sujeto de la Psicología Cognitiva*. Madrid. Alianza.
- ROSZAK, T. (1988): *El culto a la información*. Barcelona. Crítica.
- SANCHO, J. M.^a (1988): «Ordenadores, desarrollo cognitivo e innovación educativa: La construcción de una falacia», en I. BRINCONES et. al. (co.) *Simpósio Internacional de Educación e Informática*. Madrid. ICE de la UAM.
- (1991): «Aspectos físicos y simbólicos de la enseñanza», *Cuadernos de Pedagogía*, 192, pp. 73-77.
- (1994a): «La tecnología: un modo de cambiar un mundo cargado de ambivalencia», en J. M.^a SANCHO (coord.), *Para una Tecnología Educativa*. Barcelona. Horsori.
- (1994b): «Dalton: la escuela del futuro-presente», *Cuadernos de Pedagogía*, 221, pp. 60-66.
- SANCHO, J. M.^a y BUTZBACH, M. (1985): «Informática educativa y formación permanente del profesorado: Un proyecto en desarrollo en Cataluña», en A. PFEIFFER y J. GALVÁN (eds.), *Informática y Escuela*. Madrid. Fundesco.
- SANCHO, J. M.a et. al. (1992): «Teacher Education (or Training) in the Use of Computers: The Case of Catalonia». 17th annual Conference of the Association for Teacher Education in Europe. Lahti, Finland.
- SEARLE, J. R. (1992): *The Rediscovery of the Mind*. The MIT Press.
- SELF, J. (1985): *Microcomputers in Education: A Critical Appraisal of Educational Software*. Brighton. The Haverster Press.
- SHALLIS, M. (1986): *El ídolo de silicio*. Barcelona. Salvat.
- SHEINGOLD, K. y HADLEY, M. (1990): *Accomplished teachers: integrating computers into classroom practice*. New York. Center for Technology in Education.
- SIMON, H. A. (1969): *The Sciences of the Artificial*. Cambridge, Ma. MIT Press.
- (1981): «Cognitive Science: The Newest Science of the Artificial», en D. A. NORMAN (ed.), *Perspectives on Cognitive Psychology*. Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum Assaociates, Pu.
- SOMEKH, B. (1992): «Tecnología de la Información en la Educación: una visión crítica de un talismán del siglo XX», *European Conference about Information Technology in Education: a critical insight. Lectures*. Barcelona. Universidad de Barcelona. (Versión castellana en *InfoDidac*, 21, pp. 65-83).

- STRAKER, A. (1986): «A sorry state of affairs», *The Times Educational Supplement*, 9 de mayo.
- STREIBEL, M. J. (1993): «Diseño instructivo y aprendizaje situado ¿es posible un maridaje?» en R. O. MCCLINTOCK y otros *Comunicación, tecnología y diseños de instrucción: la construcción del conocimiento escolar y el uso de los ordenadores*. Madrid. CIDE-MEC.
- SUCHMAN, L. A. (1987): *Plans and situated actions. The problem of human/machine communication*. New York. Cambridge University Press.
- UNDERWOOD, J. D. y UNDERWOOD, G. (1990): *Computers and Learning. Helping children to acquire thinking skills*. Oxford. Basil Blackwell.
- WATT, D. (1983): «Is computer education out of control?», *Popular Computing*, August, pp. 83-84.
- WENGER, E. (1987): *Artificial intelligence and tutoring systems*. Los Altos, Ca. Morgan Kaufman.
- WIEZENBAUM, J. (1976): *Computer Power and Human Reason: From Judgment to Calculation*. New York. Freeman. (Versión castellana de Cátedra.)