

# **INFORMATICA EDUCATIVA: TENDENCIAS Y VISION PROSPECTIVA**

**Olga Mariño Drews**

---

Boletín de Informática Educativa Vol 1, N° 1, 1988  
Proyecto SIIIE, Colombia

---

## **RESUMEN**

Este documento presenta el estado actual y algunas de las tendencias futuras más claras de la informática educativa, analizando sus tres dimensiones: el computador como objeto de estudio, el computador como medio de enseñanza-aprendizaje y el computador como herramienta de trabajo en educación. Posteriormente discute la problemática de la formación de docentes en el uso de estas nuevas tecnologías. El artículo concluye con algunas consideraciones estratégicas que favorezcan el proceso de innovación, las cuales es conveniente tener en cuenta para aprovechar todo el potencial educativo que ofrece el computador.

## **INTRODUCCION**

La introducción de la tecnología informática en el sector educativo puede afectar potencialmente todos los aspectos de la educación, desde la organización de una institución educativa y el papel de los diferentes medios de instrucción, hasta la relación profesor-alumno en el proceso de enseñanza-aprendizaje y la filosofía misma que orienta dicho proceso.

Como se discutirá a lo largo del trabajo, el potencial que ofrece el computador en la educación es grande, pero para hacerlo realidad es necesario considerar los aspectos tecnológicos, educativos y sociales que se afectan con la introducción del computador en los diversos procesos educativos.

Con el fin de dar sustento a lo anterior, se analizarán en primera instancia algunos factores que favorecen el uso de computadores en educación y que permiten señalar la urgencia de clarificar el rol que conviene que los computadores desempeñen en nuestra educación. Se da luego una panorámica global de la Informática Educativa como campo de estudio y de práctica en educación, la cual sirve de marco para la discusión de los tres dominios de la Informática Educativa: aprendizaje acerca del computador, aprendizaje apoyado con computador y complementos educativos computarizados. En cada uno de ellos se lleva a cabo revisión de las ideas subyacentes y de las prácticas vigentes, así como de las tendencias que orientan la acción. Para cerrar el análisis se discuten algunas de las posibles implicaciones que tienen cada uno de los usos del computador sobre la formación de los docentes. El trabajo concluye dejando a consideración del lector una serie de

consideraciones estrategias para innovar en educación con apoyo de Informática Educativa.

## **FACTORES QUE FAVORECEN EL USO DE LOS COMPUTADORES EN EDUCACION**

A pesar de que los computadores surgieron de instituciones educativas hace cerca de cuatro décadas, su uso masivo en ellas es reciente. Se puede afirmar que la posibilidad económica de contar con un soporte computacional en el sector educativo comenzó a hacerse realidad en 1977, con la aparición comercial del microcomputador. A partir de ese momento y cada vez con mayor facilidad, es posible conseguir computadores aceptablemente potentes a precios muy económicos; hay estudios que demuestran que los precios de los elementos electrónicos de los microcomputadores han disminuido cerca de un 30% por año y proyecciones industriales hacia el futuro indican que este decrecimiento se mantendrá por lo menos una década más [].

Los precios, sin embargo, no son el único factor que favorece el uso de esta tecnología en educación y en todos los demás sectores de la actividad humana. Las siguientes razones también son importantes.

Los fabricantes de equipos han puesto especial empeño en el desarrollo de sistemas ergonómicos, amigables y poderosos. En efecto, los microcomputadores ofrecen interfaces, es decir, sistemas de intercomunicación hombre-máquina, que son fáciles de usar y muy potentes, en las que el usuario puede llegar a comunicarse directamente con la máquina en lenguaje casi natural. En la medida en que este poder computacional se ve reforzado con paquetes de software (programas) fáciles de manejar, adecuados a las necesidades del usuario y en los que éste controle parcial o totalmente la secuencia y ritmo de la interacción, los sistemas computacionales pueden convertirse en un valioso soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje y a muchas otras tareas en los sistemas educativos.

El vertiginoso avance en la tecnología computacional pone a disposición del público una variedad grande y poderosa de productos tecnológicos. Por ejemplo: los dispositivos gráficos y sonoros, como tarjetas digitalizadoras, sintetizadores de voz; los sistemas de videotexto y videodisco que facilitan la comunicación hombre-máquina, así como las unidades de disco compactas como el CD-ROM (Disco compacto de lectura) que permiten almacenar grandes volúmenes de información y recuperarla a altas velocidades. Complementariamente, el área de telecomunicaciones ofrece una gran variedad de sistemas de redes de comunicación que permiten descentralizar el trabajo y difundir eficientemente información textual, oral y gráfica.

Aunque estos factores económicos y técnicos favorecen el uso del computador en la educación, su introducción en el sector educativo se debe principalmente a la creciente presión ejercida por los padres de familia, por el sector industrial y en general por toda la sociedad [].

En una época en la que la informática está llegando a todos los sectores, es necesario

contar con recursos alfabetizados computacionalmente que puedan sacar el máximo provecho del computador hacia el mejoramiento de la sociedad. Es bien sabido el impacto de la computación en la educación en los países desarrollados: un estudio realizado en 1986 en Johns Hopkins University reveló que el 90% de las instituciones educativas de Estados Unidos tienen laboratorios de computadores y lo que es más diciente aún, que en los últimos 3 años se cuadruplicó el número de computadores en uso en educación, pasando de 250.000 a más de un millón; en Francia se está llevando a cabo el programa "10.000 microcomputadores" para llevar esta tecnología en forma masiva a las instituciones educativas; Inglaterra ha sido pionera en el uso de la informática en los programas de Educación a Distancia. [].

Y que está pasando en Colombia ? En nuestra patria la introducción del computador en la educación se está llevando a cabo en forma más lenta; en la actualidad existe un grupo relativamente pequeño de colegios y universidades que cuentan con computadores, casi todos de carácter privado y localizados en la zona urbana. Este volumen relativamente bajo de computadores en la educación Colombiana no exime al sector educativo del compromiso de resolver qué hacer con esta tecnología; antes más, debe aprovecharse el hecho de que aún no se ha introducido masivamente en los colegios, para definir objetivos y derroteros que guíen correctamente su implantación y la preparación de recursos humanos adecuados para ello.

## **INTERROGANTES SOBRE LA INFORMATICA EDUCATIVA**

En un sistema educacional intervienen muchos elementos y la introducción del computador no es simplemente equivalente a añadir uno más. Su utilización puede afectar el proceso de enseñanza-aprendizaje, la relación entre el profesor y los alumnos, los contenidos y metodología de los cursos y puede incluso llevar a reevaluar la filosofía y objetivos de la institución.

El hecho de tener acceso a la tecnología computacional, no implica, sin embargo que ésta deba usarse y mucho menos de manera indiscriminada. Para evitar ésto, cabe preguntarse ¿qué funciones vale la pena apoyar con el computador? y ¿de qué manera pueden apoyarse?.

En primer lugar, la utilización del computador en los diferentes componentes de la sociedad está creando una clara necesidad de alfabetizar computacionalmente a las generaciones presentes y futuras. Ante esta perspectiva, resulta importante contestar interrogantes como: ¿Qué nivel académico es el más apropiado para introducir al conocimiento sobre el computador? ¿Debe enseñarse computación como materia o usarse el computador como herramienta? Y si se incluye como materia, ¿qué otras modificaciones se deberían hacer al curriculum? y ¿qué debería enseñarse en un curso de alfabetización computacional, así como en los cursos avanzados?

Por otra parte, aunque históricamente las áreas más frecuentemente apoyadas con el computador son matemáticas y lenguaje a nivel primario, cabe preguntarse, ¿en qué otras

áreas y niveles académicos es posible y conveniente utilizar este recurso? Así mismo, debe resolverse la pregunta de ¿qué debe enseñarse en cada área?, pues si bien este recurso puede facilitar los procesos tradicionales de instrucción, también se presta para reevaluar el énfasis del proceso de enseñanza-aprendizaje hacia el logro de habilidades intelectuales de alto nivel.

Ahora bien, la introducción de un medio como el computador al proceso de enseñanza-aprendizaje, sea como objeto de estudio o como medio de enseñanza, plantea necesariamente preguntas sobre el ambiente de aprendizaje, el papel del profesor y su relación con el alumno y los otros medios. En particular, es importante resolver interrogantes como los siguientes: ¿Cómo debe diseñarse el ambiente de aprendizaje teniendo en cuenta este nuevo medio? ¿Qué funciones conviene que apoye el computador como medio de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje? ¿Cuál debe ser el papel del docente en el proceso de enseñanza? ¿Cómo afecta esta nueva tecnología la relación profesor-alumno? ¿Qué tipos de habilidades es deseable desarrollar en estudiantes que van a vivir en una era completamente informatizada? y ¿Cómo deben evaluarse estas habilidades?

Las preguntas aún no terminan; el cambio que se desee con la introducción del computador en la actividad educativa, exige un entrenamiento especial para el docente. Pero ¿qué debe incluir este entrenamiento? Las posibilidades son numerosas; entre otras, estas: alfabetización computacional, aprendizaje de programación, análisis sobre el impacto social, económico y cultural del computador en la educación, desarrollo de software educativo, uso de herramientas, etc. Sin embargo, la solución de los interrogantes depende en gran medida del contexto de la institución y de las necesidades o expectativas de sus docentes. También implica decidir en qué momento y contexto debe darse dicha capacitación: si en la práctica directa en la clase, en cursos de actualización dictados en el trabajo, en la facultad de educación antes de obtener la licenciatura, o cuándo.

Dar respuesta a estos interrogantes no es fácil; de hecho no existen respuestas únicas. Todas ellas se enmarcan, sin embargo, en una pregunta más general que muchas veces olvidamos formular y que debe contestar cada uno de nosotros: ¿Educar para qué?

Para intentar resolver estos problemas, es necesario profundizar sobre los usos potenciales del computador en la educación y sus implicaciones. Por este motivo, se presentan a continuación tres áreas de la Informática Educativa, que servirán como marco de referencia para retomar posteriormente la discusión de las inquietudes anteriores; estas dimensiones son: aprendizaje acerca del computador (el computador como objeto de estudio), aprendizaje con apoyo del computador (el computador como medio de enseñanza-aprendizaje) y complementos educativos computarizados (el computador como herramienta de trabajo en educación) [].

## **APRENDIZAJE ACERCA DEL COMPUTADOR**

Como se dijo antes, el mayor o menor provecho que una sociedad pueda obtener de la

tecnología informática depende en gran medida del nivel de alfabetización computacional que tenga.

Pero, ¿qué es alfabetización computacional?

El significado de este término depende del nivel de desarrollo económico e industrial del país. En países altamente industrializados como Estados Unidos y Japón, la alfabetización computacional se dirige básicamente al mercado laboral, es una alfabetización en el uso de herramientas generales o específicas de un área; en Europa la alfabetización computacional se entiende en un contexto más amplio que tiene en cuenta variables sociales y políticas. Los países en vías de desarrollo requieren personal capacitado a todos los niveles, desde especialistas en informática hasta personas con un conocimiento básico de los componentes y usos del computador [1].

Dentro del marco conceptual anterior, se desean discutir a continuación tres dimensiones de especial importancia para el buen aprovechamiento de la informática en un país como el nuestro: la capacitación computacional para el trabajo, la formación de especialistas y la alfabetización computacional en el colegio. No se pretende con esto presentar un análisis completo de la alfabetización computacional, sino más bien incentivar la discusión respectiva.

#### Capacitación computacional para el trabajo

La tecnología informática está introduciéndose cada vez más en los diversos sectores de la sociedad, exigiendo una inmediata capacitación en computadores para el trabajo. ¿Qué debe incluir y cómo debe darse esta capacitación?

Muchas personas, confundidas por la publicidad de las casas de software o de escuelas de programación abogarán por cursos de BASIC o de LOGO, o sobre el uso de alguna herramienta como procesador de texto u hoja de cálculo. Pero, ¿es ésto realmente lo que el sector laboral requiere como solución al problema de la apropiada utilización del computador en el trabajo?

La introducción del computador en el campo laboral pretende facilitar o perfeccionar el desarrollo de una serie de funciones en el trabajo. Aunque el uso de la tecnología computacional puede llevar al replanteamiento de algunos de los procedimientos de estas funciones, la esencia misma de éstas no cambia, aunque la forma de llevarlas a la práctica sí. Por consiguiente, alfabetizar en computación para desempeñar un puesto requiere un entrenamiento que esté ligado, implícita o explícitamente al campo de acción del aprendiz.

Esta relación entre el contenido del área laboral y el estudio de la tecnología computacional motiva al funcionario y facilita la correcta aplicación de estos nuevos conocimientos en su trabajo. Sin embargo, no debe pensarse que con sólo asegurar la pertinencia de los usos del computador con que se alfabetiza al trabajador se va a lograr un buen uso del equipo; es importante que, ligado al contenido significativo de lo que se aprende, se promueva un entendimiento del funcionamiento y características de la máquina; esto evita un aprendizaje mecánico de las aplicaciones y promueve que el computador sea

algo que el usuario comprende y puede utilizar apropiadamente [6].

La alfabetización computacional para el trabajo tiene, en consecuencia, un claro propósito inmediatista. Esto no le resta importancia, pero sirve para llamar la atención sobre la necesidad de superar la dimensión de usuarios ilustrados, lo cual implica formación de especialistas.

### Formación de especialistas

Como se dijo antes, el rápido avance tecnológico en el campo de la informática ofrece un alto potencial para la educación; éste sin embargo, no puede hacerse realidad si no se cuenta con personal especializado que garantice su correcta implantación, que haga una transferencia y adecuación tecnológica apropiada a las necesidades y condiciones del medio. Para transferir apropiadamente una tecnología informática, que por lo general llega de los países que hacen investigación y desarrollo en la forma de productos terminados, es necesario contar con especialistas en informática que sean capaces de adaptar y perfeccionar dichos productos en función de las necesidades locales [].

La informática es una disciplina en permanente crecimiento; muestra de ello es el surgimiento de subáreas complejas y de gran potencial como la computación gráfica, la telemática, la ofimática, la robótica y la inteligencia artificial. Es apenas lógico que, además de ingenieros de sistemas y computación, se necesiten en nuestros países especialistas en las diversas subáreas. Contar con este personal y con recursos para realizar investigaciones que permitan tener criterios claros en el momento de adquirir, adecuar y usar esta tecnología, es una necesidad imperiosa. Pero, ¿dónde y cómo debemos aplicar esta tecnología una vez que se ha hecho propia?

El profesional en informática y el especialista en un área específica de ésta son componentes necesarios para llevar a cabo la transferencia tecnológica en computación, más no suficientes. Para superar la barrera de la informática pura y llevarla a la práctica en diversos campos de la actividad humana, es necesario también contar con especialistas en informática que sean capaces de interactuar eficientemente con especialistas de las diversas áreas de aplicación de la informática y viceversa. En efecto, son los equipos interdisciplinarios de especialistas de informática y de otras disciplinas los llamados a sacar adelante campos de investigación y de práctica como informática jurídica, informática médica e informática educativa.

¿Hasta qué punto son suficientes las acciones de formación que se desarrollan en el país, en cada uno de estos campos? ¿En qué medida éstas son coordinadas y dentro de una estrategia de desarrollo de recursos humanos, o más bien son brotes aislados? ¿En qué medida los miembros de equipos de trabajo interdisciplinario poseen una formación y lenguaje común que les permita sacar el mayor provecho de sus diferencias, en función de los objetivos comunes?

Lo cierto es que, al menos en el caso del sector educación, no será suficiente con disponer de educadores que sean usuarios ilustrados en computación o de ingenieros de sistemas que

tengan afición por la educación; además de éstas personas, se impondrá la formación de especialistas en informática educativa que dinamicen, orienten y den apoyo técnico a los grupos de trabajo inter-disciplinarios que se creen para desarrollar proyectos relacionados.

Pero ¿dónde se forman tales especialistas? ¿qué se les debe enseñar? Las anteriores y estas preguntas ameritan un estudio particular por parte de agencias educativas que se interesen por el tema.

### Alfabetización Computacional en el Colegio

Este nivel de alfabetización computacional es de especial importancia si se desea tener en el futuro generaciones capaces de aprovechar al máximo el potencial del computador.

Existe actualmente un creciente interés por los cursos de computación en los colegios, tanto por las destrezas de pensamiento que permite desarrollar la programación [ ], como por la angustia de padres y docentes por preparar adecuadamente sus alumnos para sobrevivir en una sociedad informatizada [2].

Estas dos preocupaciones definen dos enfoques de la enseñanza de la programación en los colegios: la programación para adquirir destreza en el desarrollo de sistemas computacionales y la programación para el desarrollo de habilidades intelectuales y estrategias cognoscitivas [ ].

En el primer enfoque se enseña programación como preparación a un mercado laboral afectado por la informática. Este tipo de aprendizaje presupone una motivación comercial; en él se espera que se aprenda a hacer programas eficientes y que resuelvan tareas específicas, optimizando los recursos. Las habilidades intelectuales previas que requiere este tipo de enseñanza de programación y su objetivo de preparar a los alumnos para su trabajo futuro, explican el hecho de que se dé en su mayoría en cursos avanzados de bachillerato.

Los cursos de "computadores" en primaria, en contraposición, se orientan en general hacia el desarrollo de destrezas en la solución de problemas y de estrategias de pensamiento. El lenguaje más utilizado a nivel primario para el desarrollo de estas habilidades es LOGO, pues por sus características gráficas y su lenguaje sintónico (no hay que aprenderlo, está uno sintonizado con él) presenta un ambiente motivante y fácil de manejar para los niños. A pesar del potencial que ofrecen estos ambientes computacionales, su utilización durante una franja de trabajo semanal en un laboratorio, por sí sola, no garantiza el desarrollo de estrategias de pensamiento; es necesario proveer esquemas apropiados para la asimilación de los conceptos que encierra esta experiencia y establecer ambientes de aprendizaje que hagan explícitas las estrategias y habilidades involucradas en la programación y favorezcan su transferencia hacia otras áreas del saber. [10] En una sección posterior se tratará nuevamente el aprendizaje de la programación desde esta perspectiva de desarrollo de estrategias cognoscitivas.

La enseñanza de la programación en el colegio plantea preguntas sobre su localización en el

currículo escolar, tales como el nivel en que debe enseñarse, la cantidad de años de estudio que requiere y si debe darse como curso obligatorio para todos los alumnos o como materia electiva para unos pocos interesados en esta nueva tecnología.

Ahora bien, tal vez antes de resolver estas preguntas valdría la pena cuestionarse si se debe tener un curso de programación como asignatura independiente en el currículo escolar. En diversos países del mundo, en los que se lleva dictando programación a nivel escolar por varios años, se ha comenzado a cuestionar su enseñanza aislada de los problemas que debe resolver el estudiante en sus otras asignaturas [].

En la actualidad los cursos de informática en los últimos años del bachillerato han ido cambiando su contenido de enseñanza de programación hacia un contenido más práctico de conocimiento y uso de herramientas computacionales, como hojas de cálculo, procesadores de texto y bases de datos. Por otra parte, tanto en primaria como en bachillerato se está integrando el computador al currículo, en la forma de paquetes específicos de ayuda al aprendizaje de una materia o con herramientas de propósito general orientadas a la solución de problemas concretos de las diferentes asignaturas; con esto se busca alfabetizar computacionalmente a los alumnos y facilitar transferencia de las diversas estrategias que se adquieren, a las diferentes áreas de estudio [].

No se puede cerrar esta discusión sobre la alfabetización computacional en el colegio sin hablar del cambio que ésta implica en los docentes.

Por una parte, la enseñanza de programación a los alumnos pretende mucho más que enseñar una serie de instrucciones de un lenguaje: se orienta primordialmente a desarrollar estrategias de pensamiento de alto nivel, a preparar al estudiante para enfrentarse con tecnologías cambiantes y a poder usarlas óptimamente. En un plano más general pretende fomentar una actitud positiva y de confianza hacia este nuevo recurso. Enmarcado en estos propósitos, el curso de programación debe ser dictado por profesores que dominen la tecnología computacional y educativa que supone lo dicho anteriormente, es decir, profesores especialmente preparados en esta disciplina, un "profesor redescubierto", alguien a quien sus estudiantes admiren por su dominio del área [].

Por otra parte, el uso del computador como apoyo a las otras áreas de estudio, exige entrenamiento por parte de todos los docentes. La importancia y complejidad de este tema amerita una discusión completa que se dará más adelante cuando se hayan revisado los diversos tipos de ayudas que ofrece el computador al proceso de enseñanza-aprendizaje.

## **APRENDIZAJE APOYADO CON COMPUTADOR**

Hasta ahora se ha visto el computador como objeto de estudio. Vale la pena ahora revisar el potencial del computador como medio de enseñanza-aprendizaje, en apoyo al aprendizaje en las diferentes áreas del saber, independientemente del contenido que se desee enseñar.

Como punto de partida es bueno destacar que no tiene sentido incluir un recurso tan potente

y costoso en el proceso de enseñanza-aprendizaje a menos que su utilización signifique una mejora significativa en dicho proceso; sólo un amplio beneficio marginal amerita un alto costo y esfuerzo marginal [6]. Y ¿de qué manera y en qué aspectos puede el uso del computador ayudar a mejorar el corazón del proceso educativo?

La siguiente revisión de los usos del computador como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje pretende dar pautas para reconocer cuándo vale la pena utilizar el computador como medio de enseñanza-aprendizaje y en qué forma se puede mejorar el proceso y llegar incluso a cambiar el paradigma educativo. A lo largo de este análisis es bueno tener presente que la efectividad en un proceso de enseñanza-aprendizaje depende de que haya un ambiente apropiado, entendiendo por esto un entorno físico y psicológico y un conjunto de recursos organizados de acuerdo con estrategias que orienten las actividades del alumno hacia el aprendizaje deseado.

Antes de revisar el papel del computador dentro de un ambiente de enseñanza-aprendizaje específico, cabe preguntarse ¿por qué resulta potencialmente útil el computador como medio de enseñanza-aprendizaje? ¿Qué ventajas ofrece con respecto a otros medios? Al igual que un libro, el computador permite presentar textos y gráficas; adicionalmente, se pueden generar con él animaciones y efectos sonoros similares a los de una televisión o una grabadora; también el material computarizado puede incluir una serie de ejercicios y ejemplos variados como los que podría presentar el profesor en el curso o los que provee un libro de ejercicios. Entonces, ¿por qué se justifica utilizar un recurso comparativamente más costoso que los otros medios de instrucción tradicionales? La respuesta está en la interactividad e individualización que permite manejar el computador: con él el estudiante puede interactuar dialogalmente e ir a su propio ritmo, obteniendo respuesta inmediata con base en su participación en el proceso, recibiendo refuerzo o apoyo apropiados a sus desempeño particular []; además, en el material computarizado la secuencia de instrucción puede estar controlada por el diseñador o por el alumno mismo y también se puede llevar un registro del trabajo del estudiante que permita hacer ajustes al ambiente y tomar medidas remediales para alumnos con problemas.

El potencial que ofrece el computador como medio de individualización de la instrucción es grande; sin embargo, la forma en que se use este recurso y el nivel de control que se deje al alumno depende del tipo de ambiente de aprendizaje que se desee construir.

El diseño de un ambiente de enseñanza-aprendizaje está ligado a la manera como se concibe el fenómeno del aprendizaje y a las características de lo que se desea enseñar. El diseñador puede crear ambientes de aprendizaje eminentemente cerrados, en los que se estructura el material en pequeños bloques y se definen a priori todas las rutas posibles para pasar de un punto inicial o conducta de entrada a un punto final u objetivo terminal de este material; o puede concebir ambientes predominantemente abiertos en los que el alumno explora libremente, formula hipótesis, las somete a prueba y las comprueba o rehace, llegando al conocimiento por un discernimiento repentino, mediante aprendizaje por descubrimiento [].

Estos extremos corresponden respectivamente a las teorías conductistas [], y cognoscitivistas del aprendizaje [ ].

Otra forma de entender los extremos entre los que se pueden localizar los ambientes de aprendizaje apoyados con computador son los enfoques que Tomas Dwyer llamó enfoque algorítmico y heurístico, respectivamente [14]. A continuación se presentan estos enfoques, revisando las características generales de cada uno y la manera como pueden mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

### Enfoque algorítmico de la Informática Educativa

Los sistemas algorítmicos se caracterizan porque hay una secuencia predefinida de actividades de instrucción, dispuestas por el diseñador, la cual guía al usuario en el aprendizaje, llevándolo de lo que actualmente sabe a lo que interesa que aprenda. Bajo este enfoque el material de enseñanza hace una entrega completa de información; se hace una transmisión del contenido en pequeños bloques estructurados que van llevando al alumno gradualmente, de un punto inicial de conocimientos previos hasta un punto final de dominio del objetivo del aprendizaje. El rol del usuario se centra en aprehender lo que el sistema le entrega, se da una transmisión vertical del conocimiento.

Los sistemas algorítmicos son sistemas desarrollados para un área y nivel específicos, pues su contenido está firmemente ligado a la programación de los temas del área a enseñar; los programas están basados en datos explícitos de la materia de estudio.

Desde el punto de vista de la interacción con el usuario, este tipo de sistemas exige del alumno la memorización, la comprensión o la aplicación de conceptos de la materia, lo cual se comprueba mediante la respuesta correcta a una variedad de ejercicios. El éxito de la actividad educativa depende en gran medida de la calidad de la información y ejercitación incluida en el material.

El trabajo con este tipo de ambientes exige un nivel relativamente bajo de procesamiento de información por parte del aprendiz, quien es eminentemente un receptor de información [11].

Ahora bien, a pesar de ser éste un enfoque relativamente cerrado, en el que el proceso está básicamente bajo el control del diseñador del material, pueden construirse dentro de él ambientes educativamente valiosos y potentes, en los que se tengan en cuenta las características e intereses individuales del alumno.

Así por ejemplo, un buen sistema algorítmico puede permitir diversos puntos de entrada al material, de acuerdo con los conocimientos previos del alumno; así mismo, puede ofrecer secuencias alternativas de instrucción con diversos niveles de detalle y de complejidad. Puede también acomodarse al ritmo y agudeza mental del estudiante. Por otra parte, puede ser un tutor incansable que conserve la privacidad del proceso, dándoles confianza y tranquilidad a los alumnos más lentos.

Los sistemas de enseñanza-aprendizaje de tipo algorítmicos pueden reforzar todas las fases del aprendizaje. En efecto, las fases iniciales e intermedias del aprendizaje, en las que el

alumno se motiva y adquiere el nuevo conocimiento, pueden apoyarse eficientemente mediante ambientes ricos y con propósito, que provean la información e ilustración necesarios para que se dé el aprendizaje; así mismo pueden apoyarse las etapas finales de realización, generalización y retroinformación, al proveer una gran cantidad de ejercicios variados en los que el alumno compruebe su desempeño y obtenga información de retorno inmediata y diferencial, así como reorientación de acuerdo con sus dificultades específicas.

Dentro de este enfoque algorítmico se han desarrollado gran cantidad de sistemas tutoriales en los que el computador asume el papel de tutor, favoreciendo las diversas fases del aprendizaje. Los sistemas de ejercitación y práctica son un subconjunto de los tutoriales en los que se favorecen únicamente las fases de recuperación, generalización y transferencia de conocimientos previamente aprendidos con otros medios. Estos sistemas proveen una gran cantidad y variedad de ejercicios que cubren los diversos niveles de contenido y dominio del material y a los que el estudiante debe responder de acuerdo con esquemas de respuesta predefinidos.

Los sistemas de tipo algorítmico permiten dar estructura y precisión al contenido que se va a enseñar. Su diseño tiene el mérito de exigir que se defina la estructura de subobjetivos del material y los puntos y niveles de evaluación de los conocimientos. Por otra parte permiten encapsular esta estructura de forma que se pueda reproducir, lo que puede ser de gran utilidad en ambientes escolarizados de aprendizaje [14]. Estas características de predefinición y encapsulamiento de secuencias de instrucción pueden ser útiles para transmitir conocimientos, pero pueden convertirse en una limitación cuando se desea enseñar habilidades de alto nivel como son la enseñanza de solución de problemas, el desarrollo de estrategias cognoscitivas o de creatividad, habilidades que requieren ambientes de aprendizaje más abiertos, en los que el alumno tenga mayor control del aprendizaje. El enfoque algorítmico, aunque permite construir ambientes de aprendizaje potentes, no cambia el esquema tradicional de la educación como proceso vertical de transmisión de conocimiento, dirigido y controlado por el docente [6].

Así pues, aunque es claro que un buen sistema algorítmico puede aprovechar al máximo las características técnicas y las posibilidades de interacción del computador, su selección como medio de enseñanza-aprendizaje demanda verificar qué tipo de habilidad se desea lograr y los eventos básicos en el proceso de aprendizaje que deben reforzarse para esta actividad. Esto es una buena base para favorecer que el computador se use para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

#### Enfoque heurístico de la informática educativa

En contraposición al enfoque algorítmico, los defensores de las teorías cognoscitivas abogan por un proceso de enseñanza-aprendizaje centrado en el individuo que aprende y defienden ambientes de aprendizaje más abiertos en los que el alumno tenga el control del proceso.

Desde la perspectiva cognoscitiva, el aprendizaje se produce por discernimiento repentino a partir de exploración o acción sobre el objeto de aprendizaje; aprendizaje por

descubrimiento antes que por transmisión de información [18 ,19 ,20 ,21]. El diseño de estos ambientes de aprendizaje debe basarse en el hecho de que el aprendiz tiene una serie de estructuras internas dadas por sus experiencias previas, así como por su desarrollo genético; tales estructuras se ven alteradas por efectos del entorno y de las expectativas o intereses. Teniendo en cuenta el desarrollo de estas estructuras, el profesor debe ser un guía, un facilitador que provea ambientes significativos para que el aprendiz logre asimilar e integrar los nuevos conocimientos.

Dentro del enfoque heurístico los ambientes de aprendizaje son eminentemente abiertos; en ellos el estudiante llega por experimentación al descubrimiento de lo que se desea que aprenda: infiere el conocimiento, lo prueba y lo corrige si es el caso; crea así sus propios modelos de pensamiento respecto a lo que se está aprendiendo y desarrolla capacidades de auto-gestión del acto de aprendizaje.

Los dispositivos computacionales heurísticos usualmente le presentan al alumno un micromundo compuesto por una serie de elementos que se pueden manipular de acuerdo con un conjunto de reglas determinadas; en estos dispositivos no se le dice al usuario lo que debe hacer, simplemente se le da un soporte sobre el manejo de las herramientas para que mediante su uso experiencial en el micromundo descubra las reglas que subyacen al ambiente, que obtenga por sí mismo los conocimientos que subyacen a los datos observados.

Para garantizar que se logre el aprendizaje debe ofrecerse un micromundo que sea motivante y significativo para el aprendiz; debe tenerse en cuenta el nivel académico y psicológico de éste para enfrentarlo a elementos y reglas que esté en capacidad de comprender y asimilar. Otro aspecto importante, que a veces se descuida al diseñar micromundos educativos es el planteamiento de retos que guíen la interacción del alumno hacia el logro de los objetivos del aprendizaje y la presentación explícita de los conocimientos que se van adquiriendo para favorecer su transferencia a los contextos deseados.

En este tipo de sistemas la actividad educativa ya no depende principalmente del sistema computarizado, como en los ambientes algorítmicos, en los que el sistema suele ser autocontenido. Se necesita que estén administrados por profesores que asuman un rol coherente con esta aproximación, que den soporte y orienten, que ayuden a descubrir y formalizar el conocimiento, que no impongan su propia forma de pensar. Esto conlleva confiar en el estudiante, darle la oportunidad de desarrollar sus propios modelos de pensamiento. Implica, así mismo, reconocer que fallar es normal y que de las fallas se puede aprender y mejorar [14].

Los dispositivos computacionales heurísticos incluyen simuladores, juegos, algunos sistemas expertos, sistemas inteligentes de aprendizaje apoyado con computador, lenguajes de programación y herramientas de propósito general. A continuación se discuten sus principales características.

Simuladores y juegos educativos

Los simuladores son modelos de sistemas existentes, naturales o artificiales. Tienen la característica de ofrecer una réplica del funcionamiento del sistema simulado, bajo condiciones controlables por el usuario. Este toma decisiones con base en los estados sucesivos del sistema simulado. En un simulador es importante establecer retos significativos dentro del micromundo y formalizar el conocimiento tácito que se va adquiriendo sobre el problema, para garantizar el aprendizaje de las estrategias que se desean promover y su transferencia al mundo o mundos reales de interés. Un tipo particular de simulador, en el que el mundo es imaginario, lo constituyen los juegos educativos.

### Sistemas Expertos

Los sistemas expertos son una aplicación de los esfuerzos en Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento. Un experto es un sistema especializado en un área en la que la solución de un problema requiere un razonamiento simple y una base sólida de conocimientos. Un sistema experto consta de dos módulos: el módulo de información del experto, el cual incluye la base de datos y la base de conocimientos o de reglas; y el módulo de control o interpretador, mediante el cual se estructura el conocimiento; en él se utiliza un motor de inferencia para realizar las deducciones [].

Educativamente el sistema experto presenta diversas posibilidades []: en la etapa de su diseño, el esfuerzo intelectual que exige formalizar las reglas que se van a incluir en el experto, puede llevar al diseñador a un mayor conocimiento del universo que se trata. Por otra parte, la estructura misma de un sistema experto permite visualizar el conocimiento y el proceso de aprendizaje desde una perspectiva sistémica como una unión de información o conocimiento y control o reglas de estructuración y manipulación de este conocimiento. En tercer lugar, dado que un sistema experto encierra lo que sabe un experto acerca de un dominio específico, resulta razonable pensar en él como base de un sistema individualizado de aprendizaje apoyado con computador en ese dominio.

Educativamente el uso de sistemas expertos permite ir más allá que en un simulador, pues es posible dar explicación o analizar el razonamiento que se ha seguido para llegar a una deducción.

### Sistemas Inteligentes de Aprendizaje Apoyado con Computador

Pasar de un sistema experto a un sistema inteligente de aprendizaje apoyado con computador no es inmediato. Por una parte, el sistema educativo debe dar un manejo especial al diálogo con el alumno. Por otra parte, el razonamiento seguido por el experto debe darse enmarcado dentro de una buena explicación desde el punto de vista pedagógico. Por último, si se desea lograr un ambiente heurístico, debe mezclarse el esquema de información y prueba convencional con el modo de aprendizaje exploratorio y por descubrimiento.

Algunas experiencias realizadas en el desarrollo de sistemas educativos inteligentes [] sugieren que cuando el sistema experto se utiliza con propósitos educativos debe agregarse un módulo tutor, un módulo que modela al estudiante y un manejador del diálogo; el tutor escoge, ordena y presenta la información y las reglas utilizadas en la deducción, de acuerdo con un modelo del alumno y del currículo en que se enmarca el contenido; el modelador del estudiante determina el estado presente de conocimiento del estudiante, sus objetivos, planes, fortalezas y debilidades y el manejador del diálogo se encarga de manejar la interacción hombre-máquina de forma que facilite el trabajo del alumno con el sistema, en vez de ser una carga más en el aprendizaje.

La aplicación de los sistemas expertos en educación ofrece una nueva alternativa de apoyo a la educación, especialmente en áreas como medicina en las que se tiene un vasto conocimiento acumulado por unos cuantos expertos y limitada capacidad de aprender experimentando con pacientes reales. Por otra parte, las investigaciones en esta dirección pueden arrojar luces sobre los eventos que subyacen el proceso de aprendizaje.

### Lenguajes de Programación

Según se ha establecido [10, 11, 14] la programación de computadores puede ser un buen medio para ayudar al desarrollo de destrezas de pensamiento, cuando se realiza dentro de ambientes de aprendizaje abiertos que fomenten la conjetura y el descubrimiento por parte del alumno.

En efecto, los lenguajes de programación de alto nivel presentan micromundos de objetos que pueden manipularse con un conjunto de instrucciones que funcionan de acuerdo con reglas determinadas. A diferencia de los dispositivos heurísticos estudiados antes, la mayoría de ambientes de programación de alto nivel no están atados a un área de contenido específica, por lo que el estudiante trabaja con las estructuras y reglas del lenguaje y debe luego transferirlas a otras áreas del conocimiento con estructuras similares. En los lenguajes de propósito general se trabaja a un nivel bastante abstracto y formal, por lo que resulta especialmente importante establecer mecanismos adicionales en el entorno del aprendizaje que faciliten la transferencia y generalización de las habilidades aprendidas en la programación a otras áreas del conocimiento.

Dentro del conjunto de lenguajes de alto nivel pero con propósito específico, LOGO merece mención especial. Dicho lenguaje fué desarrollado por Minsky y Papert a comienzos de los años 70 con el objeto de favorecer la relación entre las actividades de programación y las habilidades generales de solución de problemas. En él se cuenta con un micromundo gráfico y un conjunto de instrucciones sencillas y significantes que facilitan su utilización, convirtiéndolo en un ambiente especialmente útil y motivante para niños.

En la actualidad se han desarrollado en los colegios cantidad de experiencias utilizando LOGO. Algunas de ellas han demostrado [11] que no es suficiente contar con un laboratorio de LOGO para desarrollar en los niños habilidades de alto nivel: se requiere tener claro el tipo de habilidad que se desea promover con las prácticas computacionales y orientar el ambiente de aprendizaje hacia el logro de estos objetivos. Así, por ejemplo, si se

desea que el niño desarrolle su creatividad y le pierda el miedo al computador, se le debe dejar explorar libremente el mundo de la tortuga y descubrir a su propio ritmo el funcionamiento y reglas del sistema; si lo que se desea favorecer con el uso del ambiente de programación es el desarrollo de estrategias de solución de problemas, es importante establecer desde un principio la tarea que se desea resolver y hacer énfasis en la importancia de la elaboración de un plan de solución antes de comenzar a "jugar" con la tortuga.

Un aspecto que muchas veces se olvida cuando se enfrenta al alumno a un ambiente de programación es que éste representa un nuevo conjunto de símbolos que él debe aprender antes de poder utilizarlo apropiadamente como herramienta de solución de problemas. El lenguaje que se utilice y el tipo de problemas que se planteen deben tener en cuenta el nivel de los alumnos y sus intereses.

Por último, es importante recordar que para que las habilidades adquiridas en un ambiente computacional se transfieran exitosamente a otros contextos, es necesario establecer relaciones explícitas entre el trabajo en el computador y las diversas áreas de conocimiento en que es deseable utilizar estas habilidades; en muchos casos estas relaciones de transferencia no son obvias y si el docente no las establece explícitamente, el alumno puede no tener el nivel de desarrollo cognoscitivo requerido para hacerlo.

#### Herramientas de propósito general

Las herramientas computacionales de propósito general tales como procesadores de texto, graficadores, lenguajes autores y manejadores de bases de datos pueden constituir ambientes heurísticos en la medida en que su utilización lleve al usuario vía la conjetura y experimentación al logro de objetivos de alto nivel. Los graficadores, por ejemplo pueden desarrollar la creatividad y el sentido de la estética, mientras que los procesadores de texto, al encargarse de las tareas de dar formato y de corregir ortografía permiten concentrar el esfuerzo del usuario en asuntos de más alto nivel como redacción y estilo. Por supuesto que también pueden limitarse a ser simplificadores del trabajo de docentes y de alumnos, posibilidad que se analizará en detalle más adelante.

#### Rol del profesor en el enfoque heurístico

La revisión anterior ilustra diversos tipos de sistemas computacionales heurísticos y su potencial como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje. Más que presentar un resumen exhaustivo de los tipos de sistemas educativos existentes, se pretende mostrar con esto el gran potencial que ofrece el computador para apoyar el aprendizaje por descubrimiento. Este es fundamental en aquellos dominios donde lo que importa es que la persona cree sus propios modelos de pensamiento, por ejemplo para solución de problemas o en el desarrollo de estrategias cognoscitivas.

Para llevar a la práctica este enfoque se requieren profesores entrenados en la forma de educación "horizontal" (en contraposición a la "vertical" que es característica del enfoque

algorítmico) en la que el profesor es un guía que transfiere experiencia antes que conocimientos o interpretaciones y que facilita que el aprendiz adquiera por sí mismo el conocimiento, en lugar de entregárselo en una comunicación unidireccional. También es necesario un clima organizacional que favorezca este tipo de relación profesor-alumno, dejando espacio para expresiones individuales creativas y estableciendo mecanismos de evaluación acordes con la filosofía educativa subyacente.

### Computadores en el Salón de Clase

Usar el computador en el salón de clase exige tomar una serie de decisiones sobre la manera como se puede y desea integrar este recurso al proceso de enseñanza-aprendizaje. Como se dijo antes, el computador permite individualizar el proceso y hacer un tratamiento personalizado que favorezca el aprendizaje de todos y cada uno de los alumnos. Operacionalizar este enfoque implica una carga administrativa adicional para el profesor: éste debe colocar y preparar los equipos al comienzo de la sección de clase, atender en cualquier momento las dudas que se presenten en la interacción de los alumnos con el sistema, controlar el nivel de ruido en el trabajo y la posible distracción de algunos alumnos mientras trabaja con otros [ ].

Por otra parte, un mismo paquete computacional educativo puede ser usado por diferentes profesores de diversas maneras. En un experimento realizado en la Universidad de Nottingham en Inglaterra con varias secciones de un mismo curso se identificaron cuatro tipos de usos del computador en el aula [

]. En el primer tipo de uso -explore, cree, explore- el alumno explora con el ambiente computacional, crea su propio ambiente y finalmente explora el de sus compañeros. En la segunda aproximación el alumno explora el ambiente computacional, se plantea un problema sobre este ambiente, lo resuelve y por último se discute su solución. El tercer esquema consiste en realizar una serie de actividades sobre las que luego se puede reflexionar y trabajar en grupo. Por último, con el método -explore con computador, explore fuera del computador- se realizan actividades similares con y sin computador, enfatizando en cada caso diferentes aspectos del trabajo.

Como puede verse, son variadas las formas en que puede usarse el computador en la clase; todas exigen replanteamiento del trabajo y el papel del profesor, así como de lo que debe ser el proceso de enseñanza-aprendizaje. Decisiones en este sentido atañen al personal docente, administrativo y directivo de la institución y deben tomarse antes de adquirir e instalar esta nueva tecnología.

### Tendencias Respecto a Sistemas de Aprendizaje Apoyados con Computador

El uso y calidad de los sistemas computacionales de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje ha aumentado notablemente en los últimos años. Hay una evolución amplia respecto a la forma como se usan y a los dispositivos involucrados.

Por una parte, hay una tendencia general hacia la creación de ambientes de aprendizaje

apoyados con computador, ligados al curriculum de cursos específicos. Este tipo de sistemas tiende a darse dentro del ambiente de la clase, en una clara relación con los otros medios de instrucción [].

Por otra parte, tienen auge las investigaciones sobre ambientes multimediales de aprendizaje [] es decir, aquellos que integran funcionalmente diferentes medios de instrucción: libros, diapositivas, grabaciones de cassettes, videodiscos, radio y TV educativa, filmaciones, simuladores, robots, computadores, dispositivos específicos como sintetizadores de voz y sonido, equipos de generación de imágenes, equipos de análisis y reconocimiento de señales. En estos ambientes el software provee la lógica con la cual se maneja la instrucción y aquellos elementos en los que los otros medios no son suficientes o eficientes.

Además están en boga los ambientes llamados "amplificadores del conocimiento" [ ] dentro de los que se encuentran las herramientas de propósito general, los hipermedios y los micromundos. Como ya se comentó, las herramientas de propósito general (p.ej. procesadores de texto o de gráficas) permiten al usuario concentrarse en las partes creativas de una tarea que requieran habilidades de alto nivel y dejan al ambiente computacional las tareas mecánicas y tediosas. Los hipermedios se refieren a programas que integran funcionalmente diferentes herramientas y ambientes de trabajo, de modo que el usuario aprovecha un ambiente multidimensional en forma integral; bajo tales circunstancias puede usar integradamente el procesador de texto y el manejador gráfico, consultar bases de datos, comunicarse con otros usuarios, etc, sin tener que cambiar de aplicación. Los micromundos, a los que ya nos referimos, permiten vivir experiencias que de otra forma sólo estarían a disposición de algunos usuarios.

El desarrollo del videodisco interactivo y el avance en las telecomunicaciones permite prever que se van a desarrollar en el futuro simuladores y ambientes heurísticos más potentes y motivantes. No está lejos el día en que países como el nuestro utilicen tecnologías que integren lo audiovisual, comunicacional y computacional.

El área de sistemas inteligentes de aprendizaje apoyado con computador promete ser también una fuente desarrollo educativo en los próximos años.

Es importante señalar que, a pesar de avances tecnológicos como los mencionados, para poder aplicar correctamente estas nuevas tecnologías se requiere aún bastante investigación orientada a aprender más acerca de cómo el hombre y las herramientas inteligentes pueden mejorar su aprendizaje; también hace falta explorar la mejor manera de diseñar y usar amplificadores del conocimiento.

Existe pues un camino largo por recorrer en el desarrollo de los apoyos computacionales al aprendizaje, el cual exige a su vez un avance paralelo en la comprensión de este fenómeno.

El computador como herramienta de trabajo en educación

Cuando se habla de informática educativa se piensa principalmente en el computador como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje o como objeto de estudio; se olvida muchas veces su utilidad como herramienta que puede dar soporte a profesores, administradores y alumnos.

Una herramienta es un instrumento que puede facilitar, agilizar y mejorar el trabajo humano. Las de índole computacional permiten transferir una serie de tareas rutinarias y mecánicas al computador, liberando potencial humano para tareas pensantes y creativas. Aplicaciones como procesadores de texto, hojas de cálculo y manejadores de bases de datos, que han permeado todos los sectores de la actividad humana, son ejemplos de herramientas que simplifican el trabajo y permiten a sus usuarios concentrarse en labores más pensantes y menos rutinarias.

Las anteriores son herramientas de propósito general; pueden usarse en diversas tareas y es el usuario quien define el área y la forma como desea utilizarlas. Además de este tipo de herramientas, útiles para todas las áreas, existe un conjunto de herramientas específicas, desarrolladas para apoyar tareas particulares de una actividad; ejemplos a nivel educativo son las aplicaciones para administración de bases de datos bibliotecológicas, paquetes de ayuda al diseño arquitectónico y manejadores de bancos de preguntas.

Las herramientas computacionales de ambos tipos pueden descargar al profesor y al alumno de tareas mecánicas y tediosas relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje, permitiéndoles concentrarse en actividades que exijan destrezas de más alto nivel. Evidencia de esto se da en una encuesta realizada a ocho expertos en informática educativa en Estados Unidos [13], la que reveló un aumento notable en el uso de las herramientas computacionales por parte de los alumnos, especialmente cuando los profesores las integran a las tareas y actividades específicas de sus cursos.

Las labores administrativas de instituciones educativas es bien sabido que pueden simplificarse con el uso de paquetes como nóminas, contabilidades, y de planificación estratégica, entre otros.

Por otra parte, existen herramientas específicas para facilitar las funciones administrativas de una institución educativa, como son los sistemas de instrucción individualizada administrada con apoyo del computador, que facilitan la individualización de la instrucción, permitiendo llevar el control del avance del alumno en el plan curricular, llevar registros de su rendimiento, suministrar y evaluar pruebas y organizar las actividades remediales necesarias []. También se cuentan dentro de esta categoría manejadores de bancos de preguntas y generadores de pruebas, así como sistemas de programación de horarios y de recursos.

Ahora bien, es clara la necesidad de desarrollar actividades de investigación que den base y perspectiva a lo que se enseña. A pesar de la importancia de esta labor, la actividad investigativa se ha visto relegada a un segundo plano en la educación Colombiana. ¿Por qué no se investiga en las instituciones docentes? ¿Cómo se puede esperar que los profesionales del futuro investiguen en las diversas áreas, si sus profesores no lo hacen?

Quizás una de las principales razones de la falta de investigación es la dificultad para obtener información actualizada y el alto costo en tiempo y recursos de su procesamiento. Otra puede ser la falta de preparación de personal en investigación y de condiciones que favorezcan el desarrollo de esta actividad.

¿En qué medida puede la informática contribuir a satisfacer estas necesidades en nuestro medio?

En Colombia se han desarrollado bases de datos y creado redes de computación para apoyo a los investigadores; las primeras permiten recopilar, organizar y recuperar grandes volúmenes de información y las segundas hacen posible tener acceso a información remota y facilitan la comunicación entre diversos grupos de investigación. El ICFES (Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior), consciente de la necesidad de organizar y compartir el conocimiento generado y adquirido en las instituciones de educación superior, ha puesto en funcionamiento el SIDES (Sistema de Información para el Desarrollo de la Educación Superior), el cual articula centros de documentación especializados en diferentes áreas del saber, que se encuentran en las principales universidades del país. Como complemento, el Instituto Colombiano de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Francisco José de Caldas, COLCIENCIAS, está impulsando el desarrollo del Sistema Nacional de Información, el cual hace posible el aprovechamiento e intercambio de la información disponible en las bases de datos, a través de un formato común de comunicaciones. Como parte de este sistema funciona en la Universidad de los Andes el Sistema de Información sobre Informática Educativa (SIIE), llamado a servir de apoyo a investigadores que se interesan por el tema. Se espera que con la instalación de la red pública de datos será fácil a los interesados tener acceso a éstas y otras bases de datos y desarrollar proyectos de investigación interinstitucionales.

Vale la pena aclarar a estas alturas que la existencia de todas estas herramientas no garantiza su adecuado uso. Las herramientas computacionales pueden utilizarse efectiva y eficientemente para mejorar la calidad de las prácticas corrientes y pueden ser un camino de innovación y mejora en el entorno educativo; pero también pueden ser un vehículo para perpetuar prácticas educativas existentes, con todas las limitaciones que tengan. Ante esta perspectiva, ¿conviene simplemente utilizar las herramientas disponibles para hacer lo mismo que hacemos, pero más eficientemente? O más bien ¿son ellas una ocasión propicia para repensar las situaciones a las que se van a aplicar y buscar más poderosas soluciones?

Por supuesto que la segunda aproximación es la más adecuada. Así como no tiene sentido hacer una nómina computarizada exactamente igual a como se hace manualmente, tampoco tiene sentido mecanizar, sin reflexión y rediseño, procesos administrativos, investigativos o de gestión educativa.

## **FORMACION DE DOCENTES EN INFORMATICA EDUCATIVA**

El hecho de tratar al final de este artículo el problema de la formación de docentes no significa que sea el menos importante. Por el contrario, una vez revisados los diversos usos

posibles del computador en la educación debe quedar claro que el profesor, como articulador del ambiente de aprendizaje, juega un papel básico en la integración del computador a la actividad educativa y que para lograr exitosamente esto él requiere entrenamiento. Acaso ¿puede usarse correctamente un medio cuyas capacidades, manejo e implicaciones se desconocen? Obviamente no. Pero ¿en qué momento debe darse un entrenamiento computacional a los profesores? y ¿qué debe incluir este entrenamiento?

La respuesta a estas preguntas exige diferenciar dos grupos de docentes: los que están en servicio y los que se forman, es decir, estudiantes de educación [1].

Los primeros deben enfrentarse al problema del impacto computacional en la educación de una forma inmediata y práctica; la formación para ellos debe darse con base en necesidades específicas sentidas en la práctica docente. Bajo esta perspectiva, el entrenamiento debe ser eminentemente práctico, ligado a las actividades concretas del profesor y con un énfasis especial en motivar al docente para que utilice el computador en sus cursos, cambiando su propio papel de comunicador por el de facilitador del aprendizaje. Para la formación de este primer grupo se proponen cursos cortos dictados en la institución por profesores o expertos en informática educativa, complementados por proyectos que permitan llevar a la práctica las habilidades que se desarrollen en los entrenamientos. Para estos conviene escoger un grupo multidisciplinario de profesores, quienes deben luego replicar la experiencia en el resto de la institución, en aras de que el impacto sea general.

El segundo grupo, conformado por los alumnos de las facultades de educación, debe formarse para introducir correctamente la tecnología computacional en su trabajo futuro en el aula. Este grupo tiene una limitada práctica en docencia, lo que hace difícil que pueda sentir la necesidad de un apoyo computacional; su motivación, por lo tanto, debe buscarse en un plano más general: deseo de mejorar la calidad de la educación y de sacar el mejor provecho posible de las herramientas tecnológicas disponibles. Los cursos de alfabetización computacional para este grupo de futuros profesores se han desplazado de la enseñanza de la programación hacia el estudio de aplicaciones de la informática en el área específica del futuro docente y hacia la integración de este apoyo a las clases de metodología instruccional existentes en el curriculum de la carrera de educación.

Hay esfuerzos significativos tendientes a formalizar el conocimiento y habilidades que deben tener los futuros docentes para la apropiada aplicación de la tecnología computacional, en concordancia con las condiciones espacio-temporales del sistema educativo correspondiente. Por ejemplo, en el Estado de California en Estados Unidos, se estableció un programa obligatorio de alfabetización computacional que busca que el futuro docente aprenda los conceptos básicos del computador y entienda su impacto social, económico y educativo. Superada esta etapa, también se espera que sepa aplicar esta tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje y que comprenda y sepa usar software educativo que es relevante a su área de trabajo y nivel académico [1].

¿Qué hacer en cuanto a formación de docentes sobre computación e Informática Educativa en Colombia? Es desafortunado que la computación apenas sea incipiente en muchas de nuestras instituciones educativas, pero al mismo tiempo esto brinda la oportunidad de preparar personal que garantice en un futuro la correcta utilización del computador. Por

supuesto que no se puede adquirir destreza en computación sin tener acceso a computadores, pero en tanto estos están disponibles importa abrir brecha estudiando las oportunidades y requerimientos que ofrece el computador en educación. El SIIE, y en particular el Boletín de Informática Educativa, esperan ser un medio de difusión que coadyuve a los educadores a revisar y reflexionar sobre esta temática.

¿Qué se puede hacer en las facultades de educación para preparar personal capaz de favorecer la incorporación racional y eficaz del computador en educación? Por supuesto que lo mínimo es someter a examen esta tecnología dentro de su propio seno, de manera que cualquier decisión que tomen sobre su uso y sobre la formación de docentes, surja de la acción fundamentada, antes que de la creencia ciega en ideas que impulsan o que rechazan el uso del computador en educación.

También cabe preguntarse ¿qué se puede hacer en cuanto a desarrollo de recursos humanos desde las facultades de sistemas y computación? El análisis y la discusión de problemas educacionales, conjuntamente con quienes están al tanto de ellos, debiera ser el eje alrededor del cual se generan nuevas experiencias de formación para el desarrollo de software educativo o la exploración de nuevos ambientes educativos computarizados. Una mayor apertura de la educación hacia la computación y viceversa, redundará en muchas mejores oportunidades de desarrollo de recursos humanos y de proyectos en Informática Educativa.

Cabe finalmente preguntarse ¿qué rol le compete en cuanto a formación de docentes a las entidades educativas que ya han saltado al terreno de la computación?, a las que están pensando hacerlo? y a las que aún no se atreven? Estas preguntas quedan a consideración del lector, según el rol que le compete.

## **ESTRATEGIAS PARA LA INNOVACION MEDIANTE INFORMATICA EDUCATIVA**

Se desea centrar la discusión final de este artículo en problemas de política y de estrategias que puedan ayudar a la innovación en educación con apoyo de Informática Educativa.

Un primer punto tiene que ver con la importancia de aprovechar la experiencia ajena en informática educativa y la necesidad de hacer una transferencia tecnológica que no cree dependencia de quienes desarrollaron la tecnología. En este sentido hay quienes sostienen [8] que países en vías de desarrollo no pueden darse el lujo de recorrer el mismo camino que los países desarrollados para introducir el computador en educación, debiendo más bien abocarse al estudio de las experiencias documentadas como base para el diseño de las propias y al desarrollo de proyectos de investigación y de capacitación técnica que permitan hacer una apropiación y aplicación correcta de la tecnología informática en educación. Lo cierto es que no se necesita volver a descubrir la rueda, ni conviene desperdiciar la experiencia ajena, recopilada y disponible en centros de documentación especializados como el del Sistema de Información sobre Informática Educativa. Los esfuerzos que se dediquen al análisis de tales experiencias darán mayor solidez a las que

empresan las instituciones educativas. Por otra parte, una sólida transferencia tecnológica tiene ligado un plan de formación de recursos humanos que exceda la simple formación de usuarios ilustrados. Estos planes, para ser efectivos, conviene que vayan ligados a proyectos locales en los que los especialistas puedan hacer aportes valiosos [9].

En segundo lugar, hay que ser realistas y positivos respecto al cambio que es viable hacer en educación a lo largo de distintos períodos de tiempo, con apoyo del computador. Estudiosos de la innovación [29] indican que típicamente una nueva tecnología tiene su impacto en las instituciones sociales, en cuatro pasos ordenados en el tiempo así: (1) La nueva tecnología se adapta para realizar eficientemente funciones ya existentes. (2) La institución cambia internamente (papeles de trabajo, estructura organizacional, etc) para aprovechar más esa eficiencia. (3) La institución desarrolla nuevas funciones permitidas por las capacidades adquiridas con la nueva tecnología. (4) El rol original de la institución puede volverse obsoleto, ser desplazado o transformado a medida que nuevos objetivos dominan las actividades de la institución. Dentro de esta dinámica, hay que evitar caer en los dos errores más comunes en la incorporación de nuevas tecnologías: sobre-estimar su velocidad de difusión y subestimar sus consecuencias eventuales y efectos colaterales.

En tercer lugar, es importante superar dos mitos en Informática Educativa [29]: el del poder, que establece que los usuarios novatos necesitan dispositivos computacionales menos poderosos que los expertos; y el de la consolidación, según el cual se cree que ya se terminó la innovación en informática educativa. Sería un error reservar los dispositivos menos poderosos y más difíciles de usar a los novatos, a quienes se debe motivar y orientar para que la tecnología no se convierta en una fin en sí mismo o en una camisa de fuerza. Respecto a la innovación, las tendencias muestran más bien que esta apenas comienza en sus aspectos propiamente educativos.

Finalmente, es bueno hablar del desarrollo de software educativo. Aunque se dejó esto para el final no es que no se necesite: el soporte lógico es el corazón de un sistema computacional educativo. Dicho material tiene el compromiso de hacer viable el enfoque educativo que los diseñadores hayan considerado pertinente usar, haciendo el mejor uso posible de los recursos computacionales de que se disponga. No parece pues razonable que los especialistas en educación o en computación puedan abordar por sí solos su diseño y desarrollo, sino más bien parece ser tarea de equipos inter-disciplinarios. Por otra parte, no siempre hay que desarrollar software; es importante conocer otras soluciones existentes para atender las necesidades educativas, evaluarlas y poder recomendar sobre su uso.

Para llevar a la práctica innovaciones en términos de ideas (educación horizontal antes que vertical) se requiere de innovaciones en los medios (computador y software), en los recursos humanos (reentrenamiento de profesores) y en las organizaciones (clima organizacional apropiado). Esta perspectiva multifacética importa tenerla presente cuando se desea innovar en educación, en este caso con apoyo de tecnología informática.

## **REFERENCIAS**

Luehrman, A. (1979). *Technology in Science Education: The Next Ten Years*. Washington,

- D.C.: National Science Foundation.
- Hebenstreit, J. (1984). *Computers in Education in Developed Countries: Methods, Achievements and Problems*. París: UNESCO, Report ED-84/WS/10.
- The Johns Hopkins University (1986). *Instructional Uses of School Computers*. Reports from the 1985 National Survey. Baltimore, MD: autor, Center for Social Organization of Schools.
- Keil, K.A. (1985). The General Introduction of Computers into Schools. *Technological Horizons in Education Journal*, 12 (1), 61-64.
- O'Shea, T. (1988). Information Technology and Distance Education: The First 50 Years. En JH Estes y otros (editores), *The Fifth International Conference on Technology and Education*. Edimburgo, Escocia: CEP Consultants (Vol 2, 1-4).
- Galvis, A.H. (1986). Potencial Educativo del Computador. En A.H. Galvis, *Computadores y Educación Superior: Aplicaciones a Educación Abierta y a Distancia*. Bogotá: ICFES, OEA/PREDE 86:755, (cap 1, 1-49).
- Taylor, R.M. (1980). Introduction. En R.M. Taylor (editor), *The Computer in the School: Tutor, Tool, Tutee*. New York: Teachers College Press (Cap. 1, 1-11).
- Oliveira, J.B.A. (1988). Computer Education in Developing Countries: Facing Hard Choices. En JH Estes y otros (editores), *The Fifth International Conference on Technology and Education*. Edimburgo, Escocia: CEP Consultants (Vol 1, 384-387).
- Galvis, A.H. (1985). Hacia un Enfoque no Mágico de la Transferencia de Tecnología en Computación Educativa. En National Academy of Sciences (1987). *Microcomputer Applications in Education and Training for Developing Countries*. Washington: Westview Press (11-24).
- Papert, S. (1981). *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. Brighton: Harvester Press.
- Mendelsohn, P. (1988). Les Activités de Programmation chez l'Enfant: le Point de Vue de la Psychologie Cognitive. *Technique et Science Informatiques*, 7 (1) 47-57.
- Deponio, P.A. (1988). Experiences of New Technology in Primary Schools. En JH Estes y otros (editores), *The Fifth International Conference on Technology and Education*. Edimburgo, Escocia: CEP Consultants (Vol 1,534-536).
- Norris, C., Poirot, J. (1986). Integration, the New Operative: What the Experts Say. *Education & Computing*, 2 (4), 279-289.
- Dwyer, T. (1974). Heuristic Strategies for Using Computers to Enrich Education. *International Journal of Man-Machine Studies*, 6.
- Gagné, R.M. (1974). Principios de Aprendizaje para Selección y Uso de Medios de Instrucción. En A.H. Galvis (1987). *Ingeniería de Software Educativo*, parte 1. Bogotá: Universidad de Los Andes (1-13).
- Galvis, A.H. (1987). Teorías de Aprendizaje como Sustento al Diseño de Ambientes de Aprendizaje Apoyados con Computador. En A.H. Galvis, *Ingeniería de Software Educativo*, parte 2. Bogotá: Universidad de Los Andes (77-119).
- Skinner, B.F. (1970). *Ciencia y Conducta Humana*. Barcelona: Fontanella.
- Piaget, J. (1934). *La Representación del Mundo en el Niño Pequeño*. Madrid: Espasa Calpe.
- Lindsay, P.H., Norman, D. (1972). *Human Information Processing: An Introduction to Psychology*. Nueva York: Academic Press.
- Kohler, W. (1947). *Gestalt psychology : An Introduction to New Concepts in Modern Psychology*. Nueva York: New American Library.

- Gagné, R.M. (1975). Principios Básicos del Aprendizaje para la Instrucción. México: Diana.
- Arango, G. (1985). Desarrollo de Sistemas Expertos. Bogotá: Universidad de Los Andes, Departamento de Sistemas y Computación.
- Jackson, P. (1986). Introduction to Expert Systems. Gran Bretaña: Addison Wesley Publishing Co.
- Winans, R.T., Whitaker E.T. y Donnell, R.D. (1988). Theories of Learning in Intelligent Computer-Aided Instruction. En JH Estes y otros (editores), The Fifth International Conference on Technology and Education. Edimburgo, Escocia: CEP Consultants (Vol 1, 86-89).
- Bork, A. (1988). Technology in Education: Moving from Trivial to Significant Impact. En JH Estes y otros (editores), The Fifth International Conference on Technology and Education. Edimburgo, Escocia: CEP Consultants (Vol 1, 5-8).
- Phillips, R.J. (1988). A Study of Four Styles of Lesson Aided by a Computer. En JH Estes y otros (editores), The Fifth International Conference on Technology and Education. Edimburgo, Escocia: CEP Consultants (Vol 1, 63-66).
- Blease, D. (1988). The integration of Computers into the Primary School Curriculum. En JH Estes y otros (editores), The Fifth International Conference on Technology and Education. Edimburgo, Escocia: CEP Consultants (Vol 1, 530-533).
- Baker, P. y Yeates, H. (1985). Introducing Computer Assisted Learning. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice Hall
- Dede, C. (1987). Empowering Environments, Hipermedia and Microworlds. The Computing Teacher, 15 (3), 20-24.
- Galvis, A.H, Peña, M., Mariño, O. Sinisterra, J. (1986). Sistemas de Instrucción Individualizada Administrados con Apoyo del Computador: Fundamentos, Posibilidades y Requerimientos. Bogotá: SENA, Grupo de Informática (Mimeografiado).
- Brathwaite, B.A. (1987). Computer Education for Teachers: A Maze of Realities. En National Academy of Sciences, Microcomputer Applications in Education and Training for Developing Countries. Washington: Westview Press (59-70).
- Blurton, C. (1988). What Beginning Teachers Need to Know about Technology : California 's New Regulations. En JH Estes y otros (editores), The Fifth International Conference on Technology and Education. Edimburgo, Escocia: CEP Consultants (Vol 1, 90-92).