

## **REFLEXION ACERCA DEL USO DEL COMPUTADOR EN EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA**

Alvaro H. Galvis Panqueva

---

### **RESUMEN**

En este documento se analiza el potencial que puede tener el uso de apoyos informáticos para enriquecer la educación en los niveles primario y secundario. La discusión sobre para qué y cómo educar enmarca la exploración de los distintos usos del computador en educación, así como la reflexión sobre lo que se puede, conviene y requiere hacerse en ella para sacar máximo provecho a los posibles apoyos informáticos. El artículo concluye proponiendo una estrategia que puede ayudar a aprovechar con éxito, desde la perspectiva educativa, apoyos informáticos en educación primaria y secundaria.

### **INTRODUCCION**

El siguiente diálogo hipotético entre directivos de una institución educativa y un consultor en informática educativa puede reflejar lo que, en mi opinión, resulta de la incorporación no fundamentada de computadores en planteles educativos, a cualquiera de los niveles:

D. Amigo, ¿qué nos aconseja hacer con nuestras salas de micros? Fíjese, hace ya 5 años que las tenemos y, a pesar de nuestras expectativas, antes que en una solución, se nos están convirtiendo en un problema.

C. Y ¿en qué consiste el problema?

D. Básicamente ocurre lo siguiente: los alumnos, quienes comenzaron con mucho ahínco a trabajar en los equipos, cada día se apartan más de ellos. El profesor de informática dice que salvo los pequeños y los que son buenos para informática, todos los demás van por obligación a las clases programadas y que, en ellas, cuesta trabajo que participen activamente; hay la sensación de que los trabajos que presentan los mandan a hacer o les ayudan a hacerlos en casa, para así pasar el curso de informática, pues en las sustentaciones no dan pie con bola y mucho menos en los trabajos en clase. Los resultados son nada positivos y la mortandad es muy alta.

C. ¿Han hablado ustedes con los alumnos? ¿qué opinan ellos?

D. Las opiniones están divididas. Los pequeños encuentran que los juegos en el computador son muy entretenidos y que deberíamos tener mayor variedad. Los demás opinan que es una perdedera de tiempo venir a trabajar en programación, pues ellos no van a ser ingenieros de sistemas, salvo los que tienen vocación para eso y que se están preparando desde ahora. Algunos de éstos, sin embargo, están considerando seriamente si van a seguir dicha carrera, pues dicen que como han aprendido tanto de programación en el colegio, no saben si más bien estudian algo en lo que puedan aplicarla, quizá otra ingeniería o administración.

C. Los que se han graduado de su colegio qué opinan de esto.

D. Un exalumno que estudiaba ingeniería nos comentó que por creer que era un "duro" en programación, se descuidó en la universidad en los cursos de informática y por poco los pierde, además de que tuvo muchos problemas para aprender a pensar en forma estructurada, que es el foco de dichos cursos. Otro dijo que en su carrera, del área de administración, lo que aprendió de informática no le sirvió de mucho, pues se trabaja en el tratamiento de información haciendo uso de paquetes y no en el desarrollo de éstos. Y los que están estudiando sistemas comentan que creyeron que iban a ir en coche, pero el mundo de la informática ha resultado mucho más amplio y profundo de lo que ellos pensaron.

C. Entiendo. Y los profesores, en general, ¿qué percepción tienen del problema?.

D. Ellos no lo consideran su problema, sino del que enseña informática. Las máquinas son un campo que los atemoriza, pues los alumnos saben más que ellos y hacer el ridículo en público rebajaría su imagen. Además, para eso están los profesores de sistemas. Sin embargo, ven que la enseñanza de informática se ha convertido en una competencia de tiempo y esfuerzos con sus propias asignaturas; antes había oportunidad para actividades coprogramáticas y complementarias, ahora se han reducido en buena medida, pues informática exige, también, trabajo de los alumnos en sus casas.

C. Los padres de familia ¿qué piensan de lo que están aprendiendo sus hijos con los computadores?

D. A ciencia cierta no lo sabemos. En algunas juntas de padres de familia se ha tocado el tema tangencialmente. Al principio hubo mucha presión de ellos para que tuviéramos computadores. Incluso se organizó un bazar para la dotación de la primera sala. Luego el tema de la informática se toca de cuando en vez, para decidir si se compran nuevos equipos y de qué marca, así como para resolver los problemas de mantenimiento, que no son pocos. Les preocupa que sólo tengamos un tipo de equipos, pero así es más fácil y económico el trabajo. Una vez un papá se quejó de las

tareas de informática que ponen a sus hijos, diciendo que ni él, que es ingeniero y usa el computador para todo, tiene manuales a mano para hallar solución a las investigaciones que les piden hacer, según él muy puntuales e inoficiosas. Otra vez una mamá se quejó de que, para que su hijo no perdiera el año, le tocó ponerle un profesor en su casa y que a ella le tocó aprender del tema para poder resolver las tareas con su hijo.

C. Me gustaría saber ustedes qué opinan sobre lo que se está haciendo. ¿Es eso una verdadera contribución al logro de las metas del colegio?

D. En un principio no intervinimos en lo que se hacía en informática, pues no sabíamos qué hacer. Decidimos confiar en el señor que nos ayudó a comprar los equipos, quien también nos colaboró consiguiendo un primo suyo que estudiaba computación. Nos hubiera gustado tener un docente con preparación en esto o un ingeniero con vocación educativa, pero no tuvimos suerte. Ellos opinaron que primero que todo había que alfabetizar a todo el mundo en informática y eso hicimos. A los de primaria les dimos juegos, a los de secundaria un tutorial que venía con los equipos sobre el sistema operativo y el funcionamiento del equipo. Los profesores también recibieron esto. Se nos fué casi medio año haciendo alfabetización. El año siguiente decidimos comenzar en serio. Debido a que saber informática es algo que sirve para conseguir algunos puestos de trabajo, por ejemplo en la banca o los servicios, y no todos nuestros estudiantes van a ir a la universidad, pensamos que incluir un curso en todos los niveles era lo más indicado. Además, los que van a estudiar una carrera se ven favorecidos con lo que ya saben de informática, pues así se anticipan a lo que van a aprender después. Y los que se inclinan por la informática, con mayor razón.

C. Ya veo. Sólo quisiera preguntarles adicionalmente cómo se decidió qué enseñar en cada nivel.

D. Eso fue muy sencillo. Le pedimos al encargado de los laboratorios de computación, quien ya se estaba graduando de técnico en sistemas, que propusiera qué se debía enseñar. El nos sugirió el pensum actual. En primaria comenzamos con juegos de coordinación motriz y luego pasamos a juegos para pensar. Al final de la primaria se comienza con Logo como lenguaje de programación y se trabaja durante dos años. En el segundo año de bachillerato pasamos a algo más útil, BASIC, que es un lenguaje que está en todos los computadores. Le dedicamos dos años a su estudio. A esas alturas los alumnos comienzan a programar con otros lenguajes: PASCAL en tercero, C en cuarto y DBASE y MS-DOS, simultáneamente, en quinto y sexto; en éste último grado también investigan sobre UNIX. Ya hasta uno de nuestros estudiantes se ganó una intercolegial de programación.

Si usted fuera el consultor al que fueron al pedir ayuda los directivos del plantel ¿qué les diría? ¿Dónde radica el problema? ¿Puede usted sugerirles una solución? ¿Qué alternativas existen?

En mi caso particular, no quisiera darles una receta. Considero importante poner a disposición de directivos y de responsables de la informática en educación, algunas ideas sobre posibilidades que brinda la informática en este ámbito, para que de allí puedan analizar su propia problemática y trazar planes que contribuyan, estratégicamente, a apoyar el logro de las metas educativas que la institución tiene.

### **PARA QUE Y COMO EDUCAR?**

Si la informática ha de tener un papel importante en el enriquecimiento de la labor educativa, es indispensable tener claro qué tipo de educación deseamos impulsar y cómo se puede favorecer tal enfoque educativo.

La educación trasciende, definitivamente, los límites de la escolaridad; es algo que dura toda la vida y se centra en el desarrollo del individuo en todo su potencial. Aprender, por consiguiente, está en el corazón de la educación. El desarrollo de las capacidades individuales como ser social es lo que permite a las personas ganar niveles de educación. Sin embargo, no existe una manera única de lograr esto y es importante analizar las diversas aproximaciones al fenómeno educativo.

#### **¿Quién debe controlar el aprendizaje y por qué?**

El aprendizaje y la educación se mueven entre dos polos, dependiendo de los métodos y supuestos en que se base la persona para favorecer estos procesos. En un extremo cabe hablar de aprendizaje dirigido por el profesor y en el otro de aprendizaje autodirigido. Aunque a primera vista parece un simple cambio de método -en un caso predomina la metáfora de transmisión mientras que en el otro la metáfora de diálogo- es mucho más que eso. Hay supuestos bien diferentes que subyacen a ambos extremos.

En la metáfora de transmisión se enfatiza un flujo eficiente de información desde la fuente de ésta (profesor, materiales de enseñanza) hacia el destinatario de la misma, el estudiante. Es común oír expresiones como "cuesta trabajo hacerles llegar la idea a los alumnos", "la población objeto", "la entrega de la instrucción". Como dice Tiberius [1], en el idioma de ésta, la metáfora dominante, enseñar equivale a decir y aprender a escuchar.

En la metáfora de diálogo "profesores y estudiantes, tomados en su mejor dimensión,

son inquisidores que se ayudan mutuamente en la búsqueda compartida de la verdad...; están comprometidos en una empresa común en la que la responsabilidad de adquirir conocimientos es mutua" [2]. De esta forma, el profesor, antes que ser la fuente principal de información, se convierte en un facilitador que ayuda a los aprendices a apropiarse del conocimiento.

Detrás de estos polos hay una serie de supuestos de los que no necesariamente los profesores suelen ser conscientes, pues muchas veces el enfoque que manejan es simplemente el que conocen. Malcom Knowles [3] señala los siguientes supuestos para cada uno de estos enfoques.

<b>Aprendizaje dirigido por el profesor</b>	<b>Aprendizaje autodirigido</b>
Asume que el aprendiz es esencialmente un ser dependiente y que el profesor tiene la responsabilidad de decidir qué y cómo enseñarle	Asume que el ser humano crece en capacidad y necesidad de autodirigirse, como un componente esencial de madurez, y que esta capacidad debe nutrirse de manera que se desarrolle tan rápidamente como sea posible.
Asume que la experiencia del aprendiz es de menor valor que la del profesor y la de autores de libros y otras fuentes de aprendizaje; por consiguiente, el profesor debe velar porque tal experiencia sea transmitida al aprendiz	Asume que la experiencia del aprendiz se convierte en una fuente cada vez más rica de auto-aprendizaje y que debe ser explotada junto con los recursos que ponen a disposición los expertos.
Asume que los estudiantes están listos para aprender diferentes cosas a distintos niveles de madurez y que un grupo dado de aprendices estará listo para aprender las mismas clases de cosas a los mismos niveles de madurez.	Asume que el individuo está listo para aprender lo que requiere para realizar las diversas tareas que conlleva cada nivel de desarrollo a lo largo de la vida y que cada individuo, por consiguiente, sigue un patrón algo diferente de aprestamiento del de otros individuos.
Asume que los estudiantes van a la educación con un interés marcado en las materias que se estudian (ven al aprendizaje como una acumulación de	Asume que la orientación e interés que tiene un aprendiz es fruto de experiencias previas y que su orientación está dirigida a tareas y problemas; por tanto, sus

contenido) y que, por consiguiente, las experiencias o de aprendizaje deben organizarse en unidades de contenido.	experiencias de aprendizaje debieran girar alrededor de trabajos o proyectos de solución de problemas.
Asume que los estudiantes están motivados por recompensas y castigos externos que dependen de los resultados obtenidos (grados, diplomas, premios, temor a fallar...)	Asume que los aprendices se motivan por incentivos internos, tales como la necesidad de estima (principalmente autoestima), el deseo de logro, la necesidad de progresar y de crecer, la satisfacción por el logro, la necesidad de saber algo específico, y la curiosidad.

### **Formas sistemáticas para crear ambientes de aprendizaje**

En el anterior marco de referencia, puede entenderse que coexistan dos formas sistemáticas para la creación y uso de ambientes de aprendizaje. Tomas Dwyer [4] llama a estos polos, los enfoques algorítmico y heurístico.

El lector no debe dejarse impresionar por la terminología. Aunque esotéricos, los términos algoritmo y heurística, de donde proviene la denominación de los enfoques, pueden ser muy dicentes para señalar su naturaleza. Según el Diccionario de la Lengua Española [1984] Algoritmo es un conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución a un problema, mientras que Heurística es algo perteneciente o relativo al arte de inventar, de descubrir o hallar; también es un principio general para resolver problemas.

#### Enfoque educativo algorítmico

Si de lo que se trata en un algoritmo es de resolver problemas bien definidos, es apenas lógico que se deban conocer muy bien cuáles son las situaciones inicial y la final, así como los diferentes estadios o etapas intermedias que permiten pasar de la situación inicial a la final.

Como el nombre lo sugiere, el enfoque algorítmico se orienta hacia la definición y realización de secuencias predeterminadas de actividades que, cuando se acierta en los supuestos sobre el nivel de entrada y las expectativas de los destinatarios y cuando se llevan a cabo las actividades en la forma esperada, conducen a lograr metas mensurables también predeterminadas. Este enfoque enfatiza un modelo de enseñanza del tipo "tubería" en el que el diseñador pretende lograr una transmisión eficiente del conocimiento que él considera que el alumno debería aprender. El enfoque algorítmico tiene el mérito de dar estructura y precisión a lo que de otra

forma podría ser un proceso enmarañado o confuso, y de capturar esa precisión de modo que sea reproducible [ibid].

El alumno tiene como misión asimilar al máximo las enseñanzas de su maestro, convirtiéndose en depositario de sus conocimientos y modelos de pensamiento. Estos modelos, la forma de pensar y la información que la sustenta, son el objeto de conocimiento que se trata de transmitir a través de los medios y materiales de enseñanza.

Puede decirse que bajo este enfoque se da una educación "controlada por el diseñador". El decide para qué y qué enseñar, diagnostica o hipotetiza a partir de dónde, establece el cómo y el hasta dónde y con qué nivel. El aprendiz debe tratar de aprehender al máximo lo que enseña el profesor, siendo éste y los materiales de que se vale, las fuentes del conocimiento. Este ya suele estar elaborado, no hay que descubrirlo, se trata de asimilarlo. que este enfoque tiene gran aplicación para promover aprendizajes de tipo reproductivo (i.e., desde conocimiento, hasta aplicación de reglas, así como dominio psicomotor, usando la taxonomía de Bloom [5]) y presenta serias limitaciones para favorecer aprendizajes productivos [i.e., análisis, síntesis, evaluación, así como dominio afectivo, usando la misma taxonomía], dada la naturaleza no reproductiva de los mismos.

#### Enfoque educativo heurístico

El aprendizaje se produce por discernimiento repentino a partir de situaciones experienciales y conjeturales, por descubrimiento de aquello que interesa aprender, no mediante transmisión de conocimientos.

No es de extrañar esto, si por definición la heurística tiene que ver con la invención y el descubrimiento. No se trata de que el profesor no enseñe, sólo que el conocimiento no lo proporcione él directamente al alumno. Este debe llegar al conocimiento interactuando conjeturalmente con el objeto de conocimiento o con un ambiente de aprendizaje que permita llegar a él.

Para promover aprendizaje por descubrimiento no basta con que hayan dispositivos heurísticos (micromundos, ambientes para explorar) que hagan posible la vivencia en que se basan las experiencias físicas o mentales que realiza el aprendiz. Es necesario que el profesor favorezca el desarrollo de las capacidades de autogestión en el aprendiz [6].

En este sentido, dice Dwyer [4] que a fin de lograr una "educación controlada por el estudiante", en la que el alumno use el computador para desarrollar y probar sus propios modelos de pensamiento, es necesario que el profesor utilice una serie de

estrategias heurísticas basadas en psicología cognitiva, que promuevan el desarrollo de la capacidad de autogestión del acto de aprendizaje. Estas incluyen:

1. Aprender a lidiar con los fracasos. Es natural en el hombre enfrentar fracasos (al menos, parciales). El proceso educativo debe proponerse ayudar a la gente a enfrentar estos fracasos parciales, identificar qué puede hacer al respecto, intentar diferentes alternativas, depurar el proceso que condujo al fracaso, concebir como un reto y algo positivo la creación de una conciencia que combine con claridad lo que la persona es capaz de hacer y lo que no.
2. Distinguir entre transmitir la experiencia acumulada y transmitir los modelos (interpretaciones) de dicha experiencia. La importancia de transmitir la herencia cultural y científica es innegable. La importancia de ayudar al estudiante a construir sus propios modelos del mundo se hace evidente si observamos el trabajo de maestros experimentados con niños ciegos. Estos instructores se convierten en educadores cuando aprenden a respetar la forma como los niños "ven" el mundo, ayudándolos a verlo por sí mismos.
3. Esperar lo inesperado sobre autogestión educativa, dando al alumno la oportunidad de recorrer por sí mismo el camino. Es importante que un maestro aprecie a sus alumnos como seres humanos, para aclarar, inspirar, guiar y estimular al estudiante. Los abusos de confianza son la excepción en ambientes de aprendizaje controlados por el aprendiz; y cuando ocurren casi siempre es posible explicarlos en términos de una combinación de no haber pensado las consecuencias de ciertos actos y un deseo de hacer cosas que estaban fuera del alcance. La solución a esto radica en el autocontrol, una de las metas de la educación; hay que dar gran importancia al desarrollo de esa conciencia clara de lo que uno es capaz de hacer o no hacer.
4. Usar ambientes educativos ricos, placenteros, con claros propósitos y buena guía. Aprendizaje y juego van de la mano, en cuanto que los ambientes lúdicos contribuyen a mantener motivados y activos a los participantes. Sin embargo, si estos ambientes no tienen un claro propósito y una buena guía, pueden ser ineficientes y hasta nocivos.

Un profesor que discrimine estos elementos y que promueva el desarrollo de las capacidades de autogestión de sus estudiantes sabrá sacar provecho de ambientes educativos como el computador, el cual cuenta con amplias posibilidades de ofrecer experiencias para autoaprendizaje, así como de mediatizar la transmisión de la herencia cultural. Al análisis de estas posibilidades dedicaremos la siguiente sección.

## USOS EDUCATIVOS DEL COMPUTADOR

Los computadores se pueden utilizar de muchas maneras en educación. Una clasificación predominante es la que propone Robert Taylor [7], cuando dice que pueden servir como tutor, como herramienta y como aprendiz. Esto quiere decir, como medio de enseñanza-aprendizaje, como herramienta de trabajo y como objeto de estudio. A continuación se analizan las distintas facetas de estas tres dimensiones, desarrollándolas en orden inverso.

### **La computación como objeto de estudio**

Aprender computación no sólo es útil desde la perspectiva social y económica, según la cual la formación de especialistas en computación hace posible una transferencia y un desarrollo tecnológico que es indispensable para promover el desarrollo económico y social. También lo es desde la perspectiva individual, en la medida en que cada vez con mayor fuerza los computadores son bienes ligados a las actividades, ocupaciones y profesiones. Importa pues analizar qué implica y exige tanto la alfabetización computacional, la programación de computadores y la formación de especialistas en informática.

#### Alfabetización computacional

Se ha convertido ésta en una expresión "mágica" que es aplicable a casi todo lo que a uno se le ocurra en términos de iniciar a alguien en el uso del computador. Desafortunadamente se pueden encontrar bajo esa denominación experiencias educativas cuyo énfasis varía entre aprender a programar en algún lenguaje "fácil y universal" (p. ej., BASIC o LOGO), aprender fundamentos de computación (p. ej., historia, componentes, terminología, funcionamiento, utilización básica y utilidades del computador), o aprender a manejar el computador con propósitos específicos (p. ej., usando un procesador de textos o alguna otra herramienta computacional de aparente utilidad para el usuario).

Cualquiera sea el contenido de estos programas, lo fundamental en ellos debe ser que el usuario, mediante las experiencias que tenga con la máquina y con la orientación del instructor, comprenda las características básicas del computador, su potencial y limitaciones. Igualmente será importante que sepa usarlo apropiadamente dentro del conjunto de aplicaciones que son relevantes para su campo de acción (difícilmente se puede usar bien una aplicación de computador sin entender lo que sucede en la máquina a medida que la aplicación se ejecuta). Se trata de preparar "usuarios ilustrados" de la máquina y de las herramientas que la acompañan y no un "seguidor de instrucciones" o un creyente ciego en la magia que esta herramienta tecnológica parece tener para quien no la comprende.

### Programación de computadores y la enseñanza de la solución de problemas

Quienes pregonan éste como el uso principal que debiera darse a los computadores en educación, conciben la programación de computadores como una segunda alfabetización [8], esto es, un medio de hacer explícitas las capacidades y habilidades de las cuales disponemos los seres humanos, en este caso para resolver problemas.

Esta idea educacional para el uso de computadores tiene eco en las perspectivas sociales y económicas que la gente suele asociar con la programación de computadores. Por ejemplo, Hebenstreit [9] menciona que hay una presión social para que se enseñe programación de computadores aun a los niños, pensando quizá los padres que en tiempos de crisis económica con creciente desempleo, saber programación de computadores servirá para garantizar permanencia en el empleo o para hallar uno mejor. Quienes piensan así pueden darse cuenta, por estadísticas de países desarrollados, que ya hay una considerable cantidad de desempleo para gente con poca preparación en informática y que estas personas deben seguir un camino largo y difícil de reentrenamiento profesional antes de conseguir un nuevo empleo en esta área [ibid].

Hay muchas personas que han tomado cursos de programación, los han aprobado, pero no han mejorado sus destrezas intelectuales. El énfasis del curso estuvo en el lenguaje, no en su uso como un medio para aprender a resolver problemas. Y peor aún, la sensación de muchas de estas personas es que ni siquiera saben qué hacer con el lenguaje, aunque lo dominan.

Ante situaciones como ésta hay quienes arguyen que tales efectos desastrosos se deben a los lenguajes de programación que se enseñan. Se ha hecho evidente un cambio en la enseñanza de los lenguajes de programación, pasando de BASIC (un lenguaje de alto nivel que está disponible en muchas máquinas) a PASCAL y LOGO (también lenguajes de alto nivel, pero que demandan usar programación estructurada) y más recientemente hacia PROLOG (otro lenguaje de programación de alto nivel en el que se "programa en lógica"). Sin embargo, el cambio en los lenguajes de programación no es suficiente para que la gente aprenda a pensar sólo por el hecho de aprender el lenguaje. Si bien es verdad que algunos lenguajes favorecen el uso de ciertas formas de pensamiento (p.ej., la programación estructurada que exigen PASCAL o LOGO va ligada al uso de la estrategia para solución de problemas de "divide y vencerás"), eso no implica necesariamente que quien enseña el lenguaje vaya más allá del sentido y la sintaxis de las instrucciones que lo componen.

Según se ha establecido [4, 10, 11, 12, 13, 14] la computación, y en particular la programación de computadores, puede ser un buen medio para ayudar al desarrollo de

destrezas del pensamiento, cuando se realiza dentro de ambientes de aprendizaje que tengan propósitos y actividades claros respecto a enseñar a pensar. Dichos ambientes incluyen, entre otras cosas, ausencia de posiciones dogmáticas por parte del profesor, confianza y estímulo a la capacidad pensante del alumno para enfrentar y resolver problemas, reconocimiento y formulación explícita de los conocimientos y estrategias tácitas de solución de problemas que el alumno trae (es decir, de aquellas que utiliza sin ser consciente de ellas), y reforzamiento del valor que tiene analizar y corregir los errores durante la solución de problemas.

### Formación de especialistas en Informática educativa

La transferencia racional de tecnología depende en buena medida de la preparación de personal especializado. Particularmente, la transferencia de tecnología en el área de computación educativa tiene como base el aporte de especialistas en computación y educación.

Se necesitan recursos humanos capaces de usar provechosamente el computador como soporte para desarrollar destrezas del pensamiento, de enseñar acerca del computador, y de dar el soporte técnico necesario para sistematizar o computarizar procesos educativos. No se trata de un especialista en todo, sino que deberían concebirse niveles graduales de formación en informática educativa [15, 16]:

1. Alfabetización en informática educativa: la mínima que debiera tener todo educador. Como fruto de ésta debería ser capaz de discriminar los usos educativos del computador bajo uno y otro enfoque educativo, así como demostrar dominio y entendimiento al menos de un sistema computacional que sea relevante para las labores docentes, investigativas o administrativas a su cargo.
2. Docencia enriquecida con informática: formación aplicable a los docentes que no se especializan en informática educativa pero que están llamados a ser usuarios potenciales de ésta a nivel personal y profesional. Se trata de fundamentar e instrumentar usos del computador ligados a la actividad del docente (p.ej., enseñanza de las ciencias exactas y naturales con apoyo de la hoja de cálculo electrónico, enseñanza del español o de las ciencias sociales con apoyo de procesadores de texto y de gráficas, enseñanza de la geometría mediante LOGO, uso de material educativo computarizado para la enseñanza de..., etc). En cada caso, el énfasis debería estar en el estudio de la problemática docente típica del área del saber y nivel de desarrollo de los aprendices a quienes orienta el docente, de modo que la selección y utilización de soluciones informáticas sea parte de una estrategia de

enriquecimiento y mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje a la luz de lo que la investigación educativa señala y no sólo un trasplante de soluciones "interesantes".

3. Especialistas en informática educativa: estas personas seguramente deberán ser soporte técnico en informática, guías y orientadores de quienes están en las dos categorías anteriores. Deberán asumir una función de liderazgo en la orientación de los usos y enfoques educativos que conviene implementar en los diferentes niveles y áreas del saber. Deberán asesorar la toma de decisiones sobre equipamiento, mantenimiento y utilización de computadores, así como sobre compra de soporte lógico o desarrollo del mismo. Serán quienes enseñen solución de problemas con computador a estudiantes y profesores que lo deseen. Quienes asuman la especificación y evaluación de los paquetes que se adquieren, y eventualmente el desarrollo y mantenimiento de los paquetes que se desarrollen en su institución. No se trata pues, de darles un baño en informática a los docentes de otras áreas, sino de preparar un especialista en informática educativa que sea catalizador de esta innovación en su institución.

Respecto a cómo lograr esto, es importante destacar la distinción que hace Mariño [17], cuando indica que es necesario generar estrategias diferentes para dos grupos de docentes: los que están en servicio y los que se forman. Los primeros deben enfrentarse al problema del impacto computacional en la educación en forma inmediata y práctica: la formación para ellos debe darse con base en necesidades sentidas en la práctica docente, ligada a cursos cortos dictados en la institución a grupos interdisciplinarios que multipliquen su efecto. A quienes están en formación la motivación debe buscarse en un plano más general: deseo de mejorar la calidad de la educación y de sacar el mejor provecho de las herramientas tecnológicas disponibles. Para esto conviene ligar al currículo de educación experiencias donde se vivan los diversos usos del computador y donde se reflexione sobre los mismos, incluyendo práctica docente e investigación apoyadas con este medio.

### **Ambientes de enseñanza-aprendizaje enriquecidos con computador**

Las expectativas que crea el computador como medio de enseñanza-aprendizaje se fundamentan tanto en las características técnicas que tiene la máquina como en los desarrollos de la tecnología educativa en que se fundamenta el diseño de ambientes de aprendizaje [18, 19, 20].

Algo que es consustancial al computador moderno es la interactividad que es posible entre el usuario y la máquina. Sin esta posibilidad sería muy poco probable

que este medio pudiera ofrecer algo diferente o mejor que otros medios para promover ciertos aprendizajes. Palabra escrita y portabilidad son atributos propios del medio impreso. Imagen, color, animación y sonido, prerrogativas del medio audiovisual. En el computador se pueden combinar estos atributos e interactividad. Una buena utilización del medio computacional en la educación depende, en gran medida, de lo interactivo que sea el material.

A la interactividad que es posible obtener en el computador utilizando diferentes dispositivos de intercomunicación hombre-máquina, a los que se denomina interfaces, se suma la capacidad de almacenamiento, procesamiento y transmisión de información, así como la posibilidad de crear ambientes multimediales comandados desde o con apoyo del computador.

Sin embargo, estos atributos del computador servirían de poco para crear ambientes de aprendizaje si no hubiera tecnologías educativas que fundamentaran e hicieran posible llevar a la práctica uno, otro o la combinación de los dos enfoques educativos que polarizan la acción, enfoques algorítmico y heurístico. En este sentido, la psicología del aprendizaje humano ha hecho aportes importantes y ha favorecido con su evolución, de teorías conductistas a teorías cognitivas, pasar de modelos de enseñanza-aprendizaje centrados en quien enseña, a paradigmas centrados en quien aprende. Esto ha permitido que con el advenimiento del computador como medio de enseñanza-aprendizaje tomara cuerpo la redefinición de educación que en su momento impulsó Margaret Mead [21], según la cual se impone pasar de una educación vertical (modelo de transmisión) a una educación horizontal (modelo de diálogo), pero que bajo las restricciones de los medios unidireccionales no podía hacerse.

#### El computador en el concierto de los medios de enseñanza-aprendizaje

Los Materiales Educativos Computarizados (MECs) tratan, ante todo, de complementar lo que con otros medios y materiales de Enseñanza-Aprendizaje (E-A) no es posible o es difícil de lograr. A diferencia de lo que algunos educadores temen, no se trata de reemplazar con MECs la acción de otros medios educativos cuya calidad está bien demostrada. Este punto de vista racionalizante no es extraño, si se piensa que el computador es un bien escaso y también costoso, cuyo uso debe ofrecer máximos beneficios, en este caso educativos [22, 23]. Se verá a continuación qué implicaciones tiene esta perspectiva en el rol que debería desempeñar un MEC .

No tiene sentido usar un computador para que haga las veces de libro electrónico. Entre otras cosas, el libro de texto es portátil, no requiere equipos para poder leerlo, se puede subrayar, es barato. Es ilógico pretender reemplazar el libro de

texto con un material que se limite a duplicar estas funciones a mayor costo y con mayores requerimientos de uso.

Los materiales audiovisuales, por su parte, no conviene emularlos en el computador, creando presentaciones audiovisuales computarizadas que despliegan imágenes con variados grados de movimiento, color y acompañadas de sonido. En el computador se pueden lograr estos efectos, mas no es la solución más rentable poner tales materiales a disposición de los usuarios usando computadores como medio de presentación. Lo que tiene sentido es aprovechar el potencial audiovisual del computador y de los medios con que se puede interconectar (p.ej., videocintas, videodiscos) para crear ambientes interactivos en los que se vivencien situaciones que hagan posible el aprendizaje. Interactividad, una cualidad particular del computador, es una de las condiciones esenciales para que un audiovisual tenga ganancia al ser enriquecido con computador.

Los ambientes vivenciales, por su parte, altamente deseables cuando se requiere experiencia directa sobre el objeto de conocimiento, no siempre están disponibles para que los estudiantes los exploren. En unos casos se trata de fenómenos naturales que se presentan sólo de vez en cuando y en ciertos lugares (p.ej., es imposible que usted observe cualquier estrella o constelación desde cualquier parte del planeta o en cualquier momento, pero un simulador apropiado le permitiría hacerlo); en otros casos, puede ser arriesgado que el aprendiz participe directamente en el proceso (p.ej., nadie se deja operar por un aprendiz de cirujano, pero no daña a nadie que éste interactúe con un sistema que simule las condiciones del paciente y donde puede someter a prueba y mejorar su capacidad de tomar decisiones a lo largo de una operación); en otros casos, puede ser costoso que cada alumno lleve a cabo la experiencia, siendo lo usual que el profesor la realice a modo de demostración (por el contrario, un laboratorio simulado puede permitir al aprendiz llevar a cabo experiencias que le permitan entender lo que conlleva el fenómeno de interés). El computador permite crear o recrear situaciones que el usuario puede vivir, analizar, modificar, repetir a voluntad, dentro de una perspectiva conjetural (qué pasa si...) en la que es posible generar y someter a prueba sus propios patrones de pensamiento.

El trato humano que da un profesor, por lo demás, difícilmente puede remplazarse con un MEC. Los sistemas de comunicación hombre-máquina aún son bastante primitivos como para que haya una verdadera relación dialogal pensante entre usuario y máquina, a pesar de que los esfuerzos en el área de lenguaje natural, dentro de la inteligencia artificial, han dado logros significativos. El docente, usando recursos educativos para apoyar las funciones que puede mediatizar con materiales de aprendizaje, se convierte así en un creador y administrador de ambientes de aprendizajes que sean significantes para sus alumnos, al tiempo que relevantes y

pertinentes a lo que se desea que aprendan. El computador puede ser uno de estos medios, complementario a otros a los que puede echar mano el profesor.

### Tipos de Materiales Educativos Computarizados, MECs

Cada uno de los tipos de MECs tiene cualidades y limitaciones que bien vale la pena detallar, a efectos de favorecer una selección apropiada del tipo de MEC que mejor corresponda a una necesidad educativa.

#### *Sistemas tutoriales*

Típicamente un sistema tutorial incluye las cuatro grandes fases que según Gagné [24] deben formar parte de todo proceso de enseñanza-aprendizaje: la fase introductoria, en la que se genera la motivación, se centra la atención y se favorece la percepción selectiva de lo que se desea que el alumno aprenda; la fase de orientación inicial, en la que se da la codificación, almacenaje y retención de lo aprendido; la fase de aplicación, en la que hay evocación y transferencia de lo aprendido; y la fase de retroalimentación en la que se demuestra lo aprendido y se ofrece retroinformación y refuerzo.

La utilidad de los sistemas tutoriales no es poca. Si bien en las categorías inferiores y media del dominio cognoscitivo muchos otros medios y materiales tienen un buen potencial de uso, el computador se vuelve particularmente útil cuando se requiere alta motivación, información de retorno diferencial e inmediata, ritmo propio, secuencia controlable por el usuario parcial o totalmente. No es que no se puedan enseñar reglas, v.gr., ortografía, operaciones con números fraccionarios... recurriendo a los medios convencionales de enseñanza. Sin embargo, hay evidencia amplia de que estas destrezas no se desarrollan con el nivel deseado haciendo uso de los medios de E-A convencionales, a pesar de que se enseñan en la primaria, secundaria y aún en la universidad. En estos y en casos semejantes el computador está llamado a ofrecer un ambiente entretenido, amigable y excitante que permita a los alumnos superar el desgano que la temática les genera y embarcarse en una experiencia que les ayude a superar las limitaciones que tengan en el uso de tales destrezas.

#### *Sistemas de ejercitación y práctica*

Como lo sugiere su denominación, se trata con ellos de reforzar las dos fases finales del proceso de instrucción: aplicación y retroinformación.

Se parte de la base de que mediante el uso de algún otro medio de enseñanza, antes de interactuar con el MEC, el aprendiz ya adquirió los conceptos y destrezas que va a practicar. Dependiendo de la cantidad de ejercicios que traiga un texto y del mayor o

menor detalle que posea la reorientación en el mismo, el alumno podrá llevar a cabo, o no, suficiente aplicación de lo aprendido y obtener información de retorno. Sin embargo, la retroinformación estática que provee un texto difícilmente puede ayudar al usuario a determinar en qué parte del proceso cometió el error que le impidió obtener el resultado correcto. En casos como este, es conveniente complementar el trabajo del alumno usando un buen programa de ejercitación y práctica en el que pueda resolver variedad y cantidad de ejercicios y, según el proceso que siguió en su solución, obtener información de retorno diferencial.

Los sistemas de ejercitación y práctica comparten con los tutoriales la limitación de apoyar aprendizajes eminentemente reproductivos. Sin embargo, desempeñan un papel muy importante en el logro de habilidades y destrezas, sean éstas intelectuales o motoras, en las que la ejercitación y reorientación son fundamentales.

#### *Simuladores y juegos educativos*

Ambos poseen la cualidad de apoyar aprendizaje de tipo experiencial y conjetural, como base para lograr aprendizaje por descubrimiento. La interacción con un micromundo, en forma semejante a la que se tendría en una situación real, es la fuente de conocimiento.

En una simulación aunque el micromundo suele ser una simplificación del mundo real, el alumno resuelve problemas, aprende procedimientos, llega a entender las características de los fenómenos y cómo controlarlos, o aprende qué acciones tomar en diferentes circunstancias. Las simulaciones intentan apoyar el aprendizaje asemejando situaciones a la realidad; muchas de ellas son bastante entretenidas, pero el entretenimiento no es una de sus características principales. Por el contrario, los juegos pueden o no simular la realidad pero sí se caracterizan por proveer situaciones entretenidas y excitantes (retos). Los juegos educativos buscan que dicho entretenimiento sirva de contexto al aprendizaje de algo, dependiendo de la naturaleza del juego [25].

La utilidad de los simuladores y juegos depende en buena medida de la necesidad educativa que se va a atender con ellos y de la forma como se utilicen. Como motivantes, son estupendos. Para favorecer aprendizaje experiencial, conjetural y por descubrimiento, su potencial es tan o más grande que el de las mismas situaciones reales (en ellas no se pueden hacer todas las cosas que se hacen en un micromundo, al menos durante el mismo rango de tiempo). Para practicar y afinar lo aprendido, cumplen con los requerimientos de los sistemas de ejercitación y práctica, sólo que de tipo vivencial.

*Lenguajes sintónicos y micromundos exploratorios*

Una forma particular de interactuar con micromundos es haciéndolo con ayuda de un lenguaje de computación, en particular si es de tipo sintónico. Como dice Papert [13] un lenguaje sintónico es aquel que no hay que aprender, con el que uno está sintonizado con sus instrucciones y que se puede usar naturalmente para interactuar con un micromundo en el que los comandos sean aplicables. Este es el caso de LOGO, el lenguaje que entiende la tortuga geométrica y cuyas instrucciones permiten que se mueva, deje trazo, aprenda instrucciones... El alumno se puede valer de LOGO para hacer que la tortuga cumpla tareas (resuelva problemas) que son de interés para él o que han sido propuestos por el profesor. Otro ejemplo de lenguaje sintónico lo constituye el que entiende Karel, un robot creado por Richard Pattis [26], el cual puede entender un conjunto de instrucciones relacionadas con objetos y situaciones que suceden en un mundo bidimensional.

La principal utilidad de los lenguajes sintónicos, al menos de los dos que hemos mencionado, es servir para el desarrollo de estrategias de pensamiento basadas en el uso de heurísticas de solución de problemas. Esto, de por sí, es una gran ganancia.

*Sistemas expertos con fines educativos*

Una clase muy particular de sistemas para aprendizaje heurístico son los llamados sistemas expertos (SE). Estos son sistemas de computación capaces de representar y razonar acerca de algún dominio rico en conocimientos, con el ánimo de resolver problemas y dar consejo a quienes no son expertos en la materia [27]. Otra forma de llamar a los SE es sistemas basados en conocimiento. Esto se debe a que son sistemas que usan conocimientos y procedimientos de inferencia para resolver problemas suficientemente difíciles como para requerir experiencia y conocimiento humano para su correcta solución [28].

Esta capacidad de razonar como un experto es lo que hace a los SE particularmente útiles para que los aprendices ganen experiencia en dominios en que es necesario obtenerla y hagan explícito el conocimiento que está detrás de ella. Por ejemplo, un médico anestesiólogo no puede permitirse equivocaciones con pacientes en la vida real, debe lograr el conocimiento suficiente durante su formación; pero los casos que se le presentan en la universidad y en su práctica supervisada no necesariamente agotan todas las posibilidades. En circunstancias como ésta es importante que el futuro profesional tenga la oportunidad de ganar bastante y relevante experiencia razonada. Para esto le sería muy útil interactuar con un SE sobre anestesiología.

### *Sistemas tutoriales inteligentes*

Otra aplicación de los esfuerzos en Inteligencia Artificial, complementario a los SE, son los Sistemas Tutoriales Inteligentes (STI). Estos, sin embargo, no se pueden ubicar en una sola de las dos grandes categorías de MECs, toda vez que un STI se caracteriza por mostrar un comportamiento inteligentemente adaptativo, es decir, adapta el tratamiento educativo en función de aquello que se desea aprender y de las características y desempeño del aprendiz [29, 30].

La idea básica en un STI es la de ajustar la estrategia de enseñanza-aprendizaje, el contenido y forma de lo que se aprende, a los intereses, expectativas y características del aprendiz, dentro de las posibilidades que brinda el área y nivel de conocimiento y de las múltiples formas en que éste se puede presentar u obtener.

Los SEI son por ahora más un campo de investigación que de práctica, toda vez que tanto en las ciencias cognitivas como en las de la computación está por perfeccionarse el conocimiento que haga eficiente este tipo de MECs. El análisis profundo que es necesario respecto a cada una de las estrategias de enseñanza y de la forma de llevarlas a la práctica con apoyo del computador es de por sí una gran contribución. Su importancia radica en la posibilidad de crear y someter a prueba ideas educativas valaderas con las que se enriquezcan las ciencias de la educación y de la computación.

### **El computador como herramienta de trabajo en educación**

En las dos categorías anteriores la computación y la educación han tenido una relación estrecha respecto al fenómeno del aprendizaje, en un caso "acerca de" y en otro "enriquecido con" computador. En esta sección la relación es más operativa, ligada a aspectos que apoyan el desarrollo del proceso central en educación, que van de la mano de éste, pero que no son ni enseñar ni aprender con computador. Nos referimos a dos grupos de herramientas computarizadas y a sus posibles usos en educación: las de índole general y las de propósito específico.

#### Herramientas de productividad con propósito general

Si por algo son famosos los computadores, en particular desde el advenimiento de los micros, es por haber podido simplificar la vida a la gente al poder trasladarse a la máquina tareas rutinarias, tediosas o mecánicas, disminuyendo el esfuerzo humano que se requiere para obtener cierto tipo de resultados y liberando recursos (personal, tiempo, dinero...) para dedicar las personas a tareas más pensantes, creativas y productivas.

Lo que se denominan herramientas de productividad no son otra cosa que programas de computador que se orientan a facilitar un aumento en la productividad de las personas. Entre las más famosas podemos distinguir las siguientes

- *Procesadores de texto:* Con ellos ha sido posible un cambio total en las labores de elaboración de materiales y trabajos escritos. De una tecnología en la que tradicionalmente se requería mediatizar a través de secretaria la labor de mecanografía de los trabajos que el autor generaba, hemos pasado a otra en la cual el mismo autor, aun sin saber escribir profesionalmente a máquina ni ser un editor de materiales, es capaz de producir por sí mismo versiones mejoradas de aquello que desea escribir. Bien usado un procesador de texto, permite estructurar aquello que se desea escribir, desarrollar las ideas verbal y gráficamente, producir versiones de prueba, depurar las ideas y su presentación, en fin, obtener un producto terminado sin las molestias ni limitaciones que implicaba la tecnología anterior.

Un procesador de texto permite al usuario concentrarse en lo que dice antes que en la forma, sin que esta se descuide; por otra parte, pone de presente que estamos en un mundo perfectible, sujeto a revisión y ajuste, donde una primera versión no es la definitiva y donde quien no refina es porque no quiere hacerlo.

- *Procesadores gráficos:* en forma semejante a los procesadores de texto, han hecho posible que nuestra expresión gráfica se amplifique, al tiempo que se simplifica el esfuerzo que conduce a obtener resultados. Los hay de índole artística, pero también de naturaleza geométrica; ponen a disposición multiplicidad de funciones para elaborar figuras, efectos, letras, destacados, con o sin color. La limitación en el diseño la impone más el diseñador que la herramienta en sí.

Educativamente estos procesadores están llamados a desarrollar una función expresiva que muchos hemos visto disminuida por falta de práctica y de facilidades para hacerla crecer. Profesores y alumnos tienen a disposición un medio para o bien emular modelos y patrones de diseño, o bien para desarrollar la propia iniciativa y crear nuevos patrones. De esta forma, cabe ligar el uso de esta herramienta tanto a aprendizajes gráficos reproductivos (p.ej., mapas) como a aprendizajes productivos (p.ej, diseño).

- *Procesadores numéricos:* las cifras no son precisamente las mejores amigas de todo el mundo, aunque su manejo y procesamiento se necesita en la gran mayoría de nuestras actividades. La realización de cálculos, la graficación de datos o de resultados, el contraste entre datos, su ordenamiento, son algunas de las

operaciones numéricas más usuales. Un procesador numérico puede ser valioso para realizar con exactitud y prontitud este tipo de operaciones.

Los procesadores numéricos más famosos son hojas de cálculo electrónico. Con ellas es posible simplificar la realización de cálculos, a partir de la aplicación de funciones o fórmulas sobre los datos que nos interesen; también permiten explorar experiencialmente el efecto de variaciones en los datos, o en sus patrones de análisis, sobre los resultados esperados, presentados estos en forma numérica o en forma gráfica. Por otra parte, hacen posible la búsqueda y ordenamiento de datos por distintos criterios.

Otro tipo famoso de herramientas de procesamiento numérico son los paquetes para tratamiento estadístico de datos. Ellos ponen a disposición del investigador métodos de procesamiento que responden a la naturaleza de los datos disponibles y a las pruebas o análisis estadísticos que desea efectuar. Por otra parte, hacen posible que los estudiantes, paulatinamente, vayan desarrollando sensibilidad al tratamiento de los datos numéricos y a su análisis.

- *Procesadores musicales*: otra de las formas de expresión que pueden enriquecer las herramientas de productividad es la música. Están a disposición ambientes abiertos para creación o recreación de melodías o efectos sonoros, en los que uno puede explorar el efecto de un instrumento, de una variación en la nota, en su duración, en el ritmo. No se trata de aprender a tocar nada, sino a entender y apreciar el efecto de los elementos que hacen posible la expresión musical. Por supuesto que en un procesador musical es posible simplemente oír aquello que otro compuso, pero también es posible alterarlo -para bien o para mal- y ver el efecto de la alteración, o producir composiciones propias. Esto favorece que el estudiante, sin ser un músico, pueda experimentar con música y aprender a partir de esto.
- *Manejadores de bases de datos*: nuestra capacidad de analizar información se ve limitada muchas veces por la imposibilidad de manejar los datos de que se compone, sea por su cantidad, diversidad o complejidad. En auxilio de esto se han creado herramientas para almacenar, seleccionar, recuperar y desplegar datos de manera que respondan a nuestras necesidades.

El uso de un manejador de bases de datos puede ser meramente instrumental, como cuando se crea un directorio o lista de estudiantes y se lo consulta u ordena por los criterios que hagan falta. También puede ser altamente creativo, como cuando en clase de mercadeo internacional se pide a los alumnos recabar, alimentar, procesar y analizar información sobre oferta y demanda de

productos metalmecánicos en el mercado internacional, así como sobre los constituyentes de cada producto, como base para proponer medidas con tendiente a mejorar la productividad metalmecánica nacional al procurar atender demandas insatisfechas del mercado internacional.

- Redes de computadores: Entendiéndolas como sistemas integrados de equipos, comunicaciones y programas que permiten interacción entre computadores distantes, se puede decir que están llamadas a jugar un papel fundamental en el enriquecimiento de la educación. El hecho de acortar las distancias y los espacios que separan a personas que comparten áreas o temas de interés; de poner en contacto a las fuentes, con los depósitos y los usuarios de información; de hacer posible el correo electrónico, conferencias electrónicas y otros usos, en gran medida a precios razonables, hace que la comunidad educativa no se limite a las paredes del recinto escolar, que se esté a las puertas de una comunidad educativa internacional.

Es muy interesante en educación la perspectiva que ofrecen herramientas de propósito general como las anteriores. Con ellas se puede usar la máquina para maximizar prácticas corrientes en el ámbito escolar, así como para innovar y mejorar el entorno de aprendizaje en lo que sea posible. Cada tipo de herramienta tiene un potencial de crecimiento humano diferente y conviene explotarlo ligando el desarrollo de los currículos de las distintas asignaturas al uso de herramientas que puedan contribuir significativamente a promover las habilidades que son relevantes en la formación de los aprendices en relación con el área de contenido.

Por supuesto que con la herramienta computacional no basta. Se necesita de profesores que, entendiendo su potencial y forma de uso, animen a los alumnos a valerse de ellas como un medio para expandir su capacidad pensante, su raciocinio, su imaginación o su creatividad, según de la herramienta de que se trate.

### Herramientas de productividad con propósito específico

Los usos educativos más antiguos del computador están ligados a estas herramientas. Cada una de ellas se orienta a cumplir una necesidad específica; si esta cambia, por lo general la aplicación debe ajustarse. Desde que existen equipos en instituciones de educación, uno de los problemas computacionales de mayor interés ha sido el de la administración académica, en sus diferentes dimensiones [31]. Es así como se han creado sistemas para administración de horarios y de salones; sistemas para registro de calificaciones y certificación de resultados; también hay sistemas manejadores de bancos de preguntas y generación de pruebas; sistemas para administración de pruebas; sistemas para administrar instrucción con apoyo del computador [32], entre

otros. Por supuesto que la labor administrativa-financiera (cuentas corrientes, cartera, bancos, presupuesto...), de administración de recursos (hojas de vida, biblioteca, hemeroteca, edificios y mantenimiento) también suelen contar con aplicaciones que hacen posible un manejo eficaz y eficiente de los recursos.

### **Y ENTONCES ¿QUE HACER?**

La respuesta no es obvia. Para comenzar el análisis conviene sentar una premisa: si la informática no contribuye significativamente al cumplimiento de la misión de las instituciones de educación primaria y secundaria, difícilmente podrá prosperar en ellas. Un elemento que no tiene sinergia, que no contribuye al logro de los objetivos de un sistema, tarde o temprano va a tener problemas y a desaparecer de la escena.

#### **Informática articulada al currículo**

La misión formadora de cada institución puede verse apoyada con informática, en la medida en que ésta permita ofrecer ambientes de aprendizaje ricos y poderosos, donde el computador pueda ser un medio para explorar conjeturalmente, así como una herramienta para simplificar el trabajo y amplificar las capacidades de los alumnos y de los docentes. Articulada al currículo de asignaturas en las que los medios usuales no sean suficientes para lograr lo propuesto, la informática puede ser una manera de resolver algunos de los problemas que se presentan.

Lo dicho no descalifica ninguno de los usos del computador, más bien les da cauce. Se estaría hablando, entonces, de crear micromundos informáticos de modo que los alumnos, a través de la interacción con ellos, puedan tener vivencias significativas para desarrollar sus capacidades o para superar sus deficiencias. Estos micromundos pueden llevarse a la práctica, en algunos casos con herramientas de propósito general, en otros mediante aplicaciones educativas específicas como un MEC o una herramienta de propósito específico, pero también mediante el uso de micromundos ligados al uso de lenguajes o sistemas de programación, como es el caso de LOGO.

El talón de Aquiles para llevar a la práctica este enfoque, no son ni los equipos, que son condición necesaria pero no suficiente, ni los estudiantes, quienes están ávidos de explorar mundos nuevos, ni los recursos, que siempre son escasos, sino más bien los educadores y la organización escolar.

¿Cómo lograr sacar al docente de su rutina, para que incursione, ensaye, se apropie o rechace con fundamento usos del computador que podrían estar al servicio de lo que hace, como persona y profesionalmente? ¿Cómo crear condiciones o un clima organizacional que promueva la innovación educativa, la participación de toda la

comunidad educativa, en una dinámica de reflexión y acción que conduzca a explorar nuevas soluciones a los problemas existentes?

Lo primero es rechazar la idea de que la incorporación de la informática en la institución educativa es un problema o responsabilidad única del encargado de la sala de micros o del especialista en informática educativa. Si no queremos que la informática se convierta en un fin en sí mismo, la responsabilidad debe asumirse en forma compartida.

Un segundo punto es planificar el cambio en la relación de los docentes con la informática. Si se busca que ellos la dominen en aquellas dimensiones en que pueda contribuir a enriquecer lo que hacen, que no se sientan amenazados por ella, ni por los alumnos que los puedan aventajar, es importante explorar con ellos cuáles usos y aplicaciones pueden ser significativos para su labor; así mismo, se requiere establecer y valorar los requerimientos de utilización de cada aplicación, de modo que el enfoque educativo -algorítmico o heurístico- que consideren deseable para administrar cada micromundo, no se vea entorpecido por la utilización que, docentes y alumnos, hagan del sistema computarizado.

Este cambio de actitud necesariamente inicia con la alfabetización en informática, pero no termina con esto. Saber que la máquina existe, que se puede usar para hacer tratamiento electrónico de información en apoyo de labores importantes para el docente y los alumnos, no es suficiente. Hay que tener experiencias positivas en ella y convencerse de que las ganancias ameritan el esfuerzo de dominarla.

Los educadores deberían hacer sus primeros "pinitos" en informática llevando a cabo proyectos valiosos para ellos y su institución. Y esto no es fácil, a menos que la organización valore lo que el docente haga para apropiarse de esta tecnología. No se trata de que haya una descarga efectiva para que el docente dedique tiempo a aprender haciendo uso de aquello que parece serle de utilidad. Más bien, la idea es que lo que hace normalmente y lo que haga con el computador se complementen. Por ejemplo, aunque es más fácil seguir preparando materiales impresos en los estenciles de siempre, a mano alzada o con la máquina de escribir, hacerlo con la ayuda de procesadores de texto y de gráficos puede implicar un poco más de esfuerzo la primera vez, pero mucho menos las veces siguientes.

Es bueno considerar, en tercer lugar, la conveniencia de proyectar hacia sus alumnos lo que los docentes de las diferentes áreas saben de informática. El hecho de dominar ciertos usos del computador puede llevar al educador a ligar algunas de sus actividades con experiencias en la máquina que estén a cargo de sus estudiantes. Por ejemplo, la clase de composición escrita podría incluir, entonces, algunos trabajos en

el computador; y las de ciencias exactas y naturales, procesamiento numérico y gráfico de los datos o funciones que interesa explorar. Ni qué decir de las clases de arte o de música, poniendo a disposición de los alumnos herramientas que les permitan desarrollar su sensibilidad y creatividad. No se trata en estos casos de que el profesor de cada área se convierta, también, en docente de las aplicaciones que son valiosas para el aprendizaje de su materia. La siguiente consideración trata sobre esto.

La realización de talleres de informática por grados de escolaridad será un elemento articulador entre la acción de docentes y especialistas en informática y la de los alumnos. Su programación debe hacerse en función de las áreas y niveles en que convenga apoyar con informática el aprendizaje; esta no puede ser una decisión autónoma del encargado de la sala de micros, o del especialista en informática educativa, sino que, en atención a lo que las distintas áreas crean deseable hacer con informática, se concertará un plan que habilite gradualmente, a los alumnos, en el dominio de los recursos informáticos que se requieren para los distintos cursos. El trabajo del asesor, o del especialista en informática educativa, tendrá mucho énfasis en determinar, con los docentes de las distintas áreas, necesidades educativas que puedan ser atendidas con informática. Esto servirá de base para buscar alternativas de solución, orientar la capacitación de docentes y los trabajos de éstos, así como para planear y desarrollar las actividades de los alumnos en informática.

Un quinto aspecto a considerar es que los usos educativos del computador pueden hacerse progresiva y acumulativamente más interesantes y excitantes, en la medida en que docentes y alumnos pasen de ser usuarios ilustrados a creadores de sus propios ambientes de aprendizaje. Cuando las herramientas informáticas sean algo natural para docentes y estudiantes, será factible ofrecer a la comunidad educativa la posibilidad de incursionar en nuevos usos, cada vez más poderosos, y en los que ellos pueden plasmar sus ideas mediante trabajo conjunto con los especialistas en informática.

Finalmente, debe planearse el entorno físico y psicológico para que se haga esta apropiación de tecnología por parte de los distintos estamentos, en particular del docente. No está demás dejar franjas o equipos para uso exclusivo de los docentes, de manera que no tengan que competir por los escasos recursos informáticos, al menos con los alumnos. Tampoco sobra crear incentivos para que la culminación exitosa de proyectos educativos apoyados con computador, que sean de interés institucional, se vea recompensada con alguna bonificación o distinción que complemente la satisfacción del deber cumplido. Ni qué decir si se crean medios para que los estudiantes, docentes o funcionarios que lo deseen tengan acceso a condiciones de adquisición de equipos de computación, para uso personal, a precios reducidos y con condiciones de pago favorables. Esto libera a la institución de alguna presión por

incrementar el parque computacional, al tiempo que pone a plena disposición de los diferentes estamentos la clase de equipos que ellos consideran deseable tener a su disposición.

### **Informática como nueva área en el currículo de educación secundaria**

No hay que descartar el hecho de que, en algunos casos, convenga estudiar acerca de informática en educación secundaria. No lo considero así en educación primaria. Permítanme explicar estas dos afirmaciones.

Si se parte de la base de que la informática debe estar ligada al currículo de las diferentes áreas de contenido, entonces también estamos aceptando que los alumnos se van a acercar a ella en forma predominantemente instrumental, para aprender de otras cosas, y que lo importante será lograr que aprendan de aquello, cada vez con mejores apoyos informáticos. Docentes, alumnos y especialistas en informática entrarán en una dinámica de búsqueda, exploración, evaluación y apropiación, o rechazo, de apoyos informáticos, que redundará en un perfeccionamiento de sus habilidades y criterios para hacer uso de tales apoyos.

Bajo esta perspectiva, en el caso de la educación primaria, el uso de apoyos como el micromundo y el lenguaje LOGO, no serán un fin en sí mismo, sino un medio de aprender otras cosas: nociones espaciales, geometría, solución de problemas, expresión gráfica. Indudablemente que se va adquiriendo una cultura informática, pero esto no es lo que se evalúa ni es un fin en sí mismo, sino un medio de adquirir y usar otros conocimientos.

En educación secundaria, coherentemente, los apoyos que se incorporen no serán un fin en sí mismos. Las herramientas computacionales, los MECs e incluso los lenguajes o sistemas de programación que se pongan al servicio de las diver

sas áreas de contenido, serán también un medio de lograr mejores aprendizajes en cada una de ellas.

Sin embargo, cabe pensar que, en alguna comunidad particular, la informática pueda ser considerada como un área en la que es deseable ofrecer formación vocacional. En este caso, se tratará de complementar la cultura informática que se haya desarrollado a lo largo de la primaria y secundaria, con la formación que haga falta para lograr el perfil vocacional que sea pertinente, en función del entorno en que se mueven los alumnos.

Por ejemplo, en una comunidad en que la secundaria deba tener una orientación hacia el trabajo, un estudio del entorno laboral podría mostrar que la demanda de

bachilleres con conocimiento de informática, además de los usos instrumentales que resulten del perfil común (v. gr., uso ilustrado de herramientas computacionales de productividad), exija un muy buen uso de aplicaciones para apoyar la sistematización de procesos (v.gr., sistemas computarizados de contabilidad, sistemas manejadores de BD), la automatización industrial (v.gr., paquetes de CAD/CAM), así como algún conocimiento básico sobre arquitectura y mantenimiento de computadores a nivel preventivo y de diagnóstico.

Pero si, en otra comunidad o entorno educativo, se establece la conveniencia de ofrecer un área de formación vocacional orientada a sentar bases para formar futuros científicos o ingenieros, sean o no de sistemas, quienes deberán estudiar computación per se aunque con diferentes grados de profundidad, el peligro que se debe evitar es deformar a los educandos en las destrezas que se quiera desarrollar o en las expectativas que resulten de esto. Los mayores problemas en la enseñanza de programación a nivel universitario se tienen con gente que cree dominar el tema, no sólo por la desmotivación que puede resultar al trabajar sobre una temática que en alguna medida conocen, sino por las deformaciones que traen en la forma de programar (usan *spagetti code* antes que programación estructurada). Por otra parte, creer que el dominio de una serie de lenguajes es suficiente formación en informática como para que no valga la pena estudiar esta carrera, puede llevar a perder valiosos prospectos de especialistas en informática y a ganar estudiantes desorientados de otras carreras.

No hay, pues, recetas que se deban seguir. El análisis de los problemas y de los requerimientos de formación, en educación primaria y secundaria, así como de las posibilidades que puede brindar la informática para resolverlos, será la única forma de abordar con fundamento la toma de decisiones sobre la incorporación de la informática en estos niveles.

## REFERENCIAS

- 1 TIBERIUS, R.G. Metaphors Underlying the Improvement of Teaching and Learning, *British Journal Technology*, **17** (2), May 1986
- 2 HENDLEY, B. Martin Buber on the Teacher-Student Relationship: A Critical Appraisal. *British Journal of Educational Technology*. 12 p.4-8, 1978
- 3 KNOWLES, M. (1975) Self-Directed Learning: A Guide for Learners and Teachers. New York: Association Press.
- 4 DWYER, T. Heuristic Strategies for Using Computers to Enrich Education. *International Journal of Man-Machine Studies*, **6**, 137-195, 1974.

- 5 BLOOM, B.S. et Al. (1971). *Evaluación del aprendizaje*. México: Centro Regional de Ayuda Técnica de la AID (Volúmen 1 a 4).
- 6 PIAGET, J. (1970). *Science of Education and the Psychology of Child*. New York: Orion Press.
- 7 TAYLOR, R.M. (1980, editor). *The Computer in the School: Tutor, Tool, Tutee*. New York: Teacher's College Press.
- 8 ERSHOV, A.P. (1981). Programming, the Second Literacy. En R. Lewis & D. Tagg (Eds). *Computers in Education* (pp, 1-7). Amsterdam: North Holland.
- 9 HEBENSTREIT, J. (1984). *Computers in Education in Developed Countries: Methods, Achievements and Problems*. París: UNESCO, Report ED-84/WS/10 (mimeografiado).
- 10 PAPERT, S. (1978). Personal Computing and its Impact on Education. En Harris, D. (Ed) *Proceedings of the P. Wegg Memorial Conference*. Iowa City: University of Iowa.
- 11 DWYER, T. Some Thoughts on Computers and Greatness in Teaching. *SIGGUE: Topics in Instructional Computing*, 1, January 1975
- 12 MADDUX, C.D. The Educational Promise of LOGO. *Computers in the Schools*, 1 (1), 79-89, 1984.
- 13 PAPERT, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computer and Powerful Ideas*. Brighton: Harvester Press.
- 14 PAPERT, S. A Critique of Technocentrism in Thinking about the School of the Future. Children in an Information Age: *Opportunities for Creativity, Innovation & New Activities*. (International Conference). Bulgaria, Mayo 1987.
- 15 TAYLOR, R.P., POIROT, J.L., POWELL, J.D. (1980). Computing Competences for School Teachers. En D. HARRIS y B. COLLISON (editores). *Proceedings of NECC/2 National Educational Computing Conference 1980*. Iowa City: Iowa University Computing Center.
- 16 GALVIS, A.H. (1984). A Systematic Model for the Assessment of Teacher's Training Needs in Computer-based Instruction. State College, PA: The Pennsylvania State University (*Tesis de grado para optar al título de Doctor en Educación*).
- 17 MARIÑO, O. Informática Educativa: tendencias y visión prospectiva. *Boletín de Informática Educativa*, 1 (1), 11-32, 1988.
- 18 BARKER, P. y YEATES, H. (1985). *Introducing Computer Assisted Learning*. Englewood Clifs, NJ: Prentice Hall International.
- 19 GALVIS, A.H. (1988). *Ingeniería de Software Educativo*. Bogotá: Uniandes, publicaciones de la Facultad de Ingeniería (2ª versión).
- 20 WALKER, D.F. y HESS, R.D. (1984). *Instructional Software - Principles and Perspectives for Design and Use*. Belmont, Ca: Wadsworth Publishing Co.

- 21 MEAD, M. (1950). Una redefinición de educación. En Universidad Pedagógica Nacional (1974). Seminario Taller de Tecnología Educativa. Bogotá (*mimeografiado*).
- 22 GAGNE R.M. (1975). Principios de Aprendizaje para Selección y Uso de Medios de Instrucción.. En A.H. Galvis (1987). *Ingeniería de Software Educativo - parte 2* (primera versión). Bogotá: Universidad de Los Andes (77-119).
- 23 GALVIS, A.H. Ambientes de enseñanza-aprendizaje enriquecidos con computador. *Boletín de Informática Educativa*, **1** (2), 117-139, 1988.
- 24 GAGNE, R.M. (1974). *Essentials of Learning for Instruction*. Hinsdale, IL: The Dryden Press (*Principios Básicos del Aprendizaje para la Instrucción*. México: Diana, 1975).
- 25 ALESSI, S.M. y TROLLIP, S.R. (1985). *Computer-based Instruction - Methods and Development*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-hall Inc.
- 26 PATTIS, R.E. (1981). *Karel the Robot - A Gentle Introduction to the Art of Programming*. New York, NY: John Wiley & Sons, Inc
- 27 JACKSON, P. (1986). *Introduction to Expert Systems*. Bogotá: Addison-Wesley Publishing Co
- 28 BECERRA, A. (1990). *Seminario sobre sistemas expertos*. Bogotá: IBM de Colombia.
- 29 BECKER, L.A. A Framework for Intelligent Instructional Systems: An Artificial Intelligence Machine Learning Approach. *Programmed Learning and Educational Technology*, **24** (2), 128-136, 1987.
- 30 WENGER, E. (1987). *Artificial Intelligence and Tutoring Systems*. Los Altos, Cal: Morgan Kaufman Publishers Inc
- 31 BAKER, F.B. (1978). *Computer Managed Instruction: Theory And Practice*. Englewood Cliffs, N.J.: Educational Technology Publications
- 32 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, Subdirección Técnico-Pedagógica, Grupo de Informática, Serie Informática Educativa - SIAC Documento Conceptual (*mimeografiado*).