

Educación informática y educación informatizada

Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México), vol. XIX, núm. 1, pp. 35-63

Víctor Manuel Gómez*

I. EL NUEVO CONTEXTO: LA NUEVA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN

El fenómeno de los computadores en la educación es sólo la expresión en el sector educativo de un proceso mayor y de profundas consecuencias económicas, sociales y culturales: la actual revolución científica y tecnológica a escala mundial y en prácticamente todas las áreas del conocimiento. Una de las más importantes áreas de innovación es la mayor capacidad de almacenamiento, procesamiento y transmisión de información, mediante la conjunción de avances en microelectrónica (base física) y en cibernética, matemáticas y teoría de sistemas (base lógica). El resultado de esta innovación es el rápido y espectacular aumento en la velocidad, capacidad, confiabilidad y costo/efectividad en el manejo de la información. Esta ha sido llamada la actual "revolución informática" (Prada, 1980).

Dado que el desarrollo de las telecomunicaciones también se ha acelerado significativamente debido a los aportes de la microelectrónica, se ha efectuado de modo progresivo una mayor capacidad de transmisión y procesamiento de información a distancia. Este nuevo fenómeno ha sido llamado "telemática" y representa la interrelación de nuevas formas de telecomunicación, automatización y procesamiento de información.

* Departamento de Sociología, Universidad Nacional de Colombia.

La importancia de estas tecnologías, se manifiesta en el hecho de que por primer vez en la historia del ser humano se produce la reunión, en un solo constructo, de dos manifestaciones de su racionalidad: la habilidad instrumental y tecnológica y el lenguaje. En el fenómeno informático se produce la confluencia de las dos manifestaciones más características del ser humano (Laborda, 1986: 220).

La importancia de la informática en el mundo contemporáneo reside en el hecho fundamental de que no puede existir ninguna actividad mecánica o intelectual que no requiera de alguna forma o sistema de acumulación, intercambio y procesamiento de información. De aquí la universalidad de aplicaciones de la informática: todas las actividades de producción de bienes y servicios susceptibles de racionalización, sistematización, automatización y control. Estas aplicaciones abarcan a casi todas las actividades humanas, que al requerir un mayor o menor grado de procesamiento de información son afectadas cualitativamente por los continuos avances en las nuevas tecnologías de la información (Nora y Minc, 1981).

La historia de los grandes avances en el conocimiento científico y tecnológico está estrechamente imbricada con la historia de los grandes cambios económicos, sociales y políticos. Sociólogos de la ciencia y la tecnología, como Lewie Mumford (1934), han postulado la existencia de una relación concomitante y recíproca, y no determinista, entre ambas dimensiones. Cada etapa de avances en el conocimiento científico y tecnológico es simultáneamente el resultado de cambios socioculturales y económicos previos, y el estímulo y condición para nuevos cambios. Algunas de las innovaciones tecnológicas más significativas en la historia social y económica —como la generación de energía mediante el control del viento, del agua, del carbón y de la electricidad— han sido conceptualizadas como “tecnologías definitorias” (*defining technologies*), en cuanto que redefinen la relación del hombre con la naturaleza y lo orientan a pensar y actuar a través de la tecnología (Bolter, 1984).

Muchos autores postulan que la principal “tecnología definitoria” de la era contemporánea es el computador, ya que es el principal medio de procesamiento, almacenamiento y transmisión de información; actividades que caracterizan a la actual sociedad de la información. En ésta, las nuevas tecnologías de la información son los medios predominantes por los cuales las personas y la sociedad filtran, simbolizan, abstraen y organizan la información sobre el mundo (Norton, 1985).

El dominio de la educación y la formación ofrece grandes poten-

cialidades para las nuevas tecnologías de la información, dado que su función principal reside en el acopio, transmisión y procesamiento de la información como base del conocimiento. La actividad educativa es “intensiva en procesamiento de información”. La informática puede ser entonces un nuevo “contenido” educativo, un nuevo “medio” de instrucción, un nuevo “medio” de aprendizaje, y una nueva “herramienta” para el trabajo intelectual (Simon, 1980). Por su parte, el sector educativo representa un inmenso mercado para la informática, un vasto campo de aplicaciones específicas y una importante fuente de innovaciones.

Según la intensidad y la modalidad de su incorporación, la informática puede llegar a ser en el campo de las prácticas educativas una o varias de las siguientes cosas: una herramienta cognitiva (nos parece su destino más probable); una herramienta didáctica; un nuevo campo de experiencia y conocimiento, valioso por sí mismo y sobre todo valioso en tanto que fuente de metáforas y modelos para otros campos de experiencia y conocimientos; un objeto cultural que resulta ser expresión por excelencia del desarrollo científico y tecnológico contemporáneo y que como tal tiene importantes implicaciones simbólicas y motivacionales (Mockus, 1988: 42-43).

En el mundo moderno el manejo de información se convierte cada vez más en un problema central y una necesidad fundamental debido a las siguientes razones:

- En primer lugar, un aumento vertiginoso de la cantidad de información que prácticamente sobre todo tema posible se ha venido acumulando a altas tasas de crecimiento anual. Esto ha tenido como consecuencia que en los países industrializados un creciente porcentaje de la fuerza laboral se ocupe en actividades relacionadas con la transmisión, procesamiento y generación de información.

Para algunos autores, la emergencia de estas nuevas tecnologías intelectuales, cada vez más necesarias en la sociedad contemporánea, es razón suficiente para la formulación de políticas de educación o alfabetización informática. No solamente es importante la necesidad de calificación intelectual de los jóvenes para el mundo de mañana, sino la necesidad de equidad social en la provisión de esta calificación, pues su desigual distribución por razones socioeconómicas es la base de la creación de una sociedad altamente polarizada en la calificación y, por tanto, en los ingresos y el poder (Harvey, 1986).

La informática permite la creación de una nueva y más eficaz infra-

estructura de manejo de la información; aumenta exponencialmente su capacidad, confiabilidad y velocidad; y facilita el establecimiento de redes nacionales e internacionales de intercambio y procesamiento de información.

- En segundo lugar, la informática permite sustituir el trabajo intelectual rutinario y poco creativo, potencializando el ejercicio de las facultades intelectuales de nivel superior y mejorando así cualitativamente la capacidad de investigación e innovación. La informática es la expresión más reciente de los continuos esfuerzos del hombre por potencializar sus capacidades intelectuales. Del ábaco a las máquinas calculadoras, a las máquinas estadísticas, a las máquinas lógicas, a los primeros grandes computadores, a los adelantos actuales, hay una continua línea ascendente de creación de máquinas cada vez más poderosas para el trabajo intelectual. Los antecesores inmediatos de este esfuerzo han sido Pascal, Leibniz, Babbage, Von Newman y Turing, entre otros.

Aplicando a los nuevos medios informáticos de aprendizaje el concepto de McLuhan: "el medio es el mensaje", pueden plantearse diversos interrogantes sobre sus efectos en los estilos de pensamiento, estilos de vida, capacidades intelectuales y percepción de la realidad, derivados de las nuevas posibilidades de aprendizaje por medio de la informática.

Así como la aparición de la imprenta tuvo efectos profundos sobre los estilos de enseñanza y aprendizaje, sobre los hábitos del pensamiento, sobre las estrategias de indagación, investigación y solución de problemas (McLuhan, 1962), asimismo los nuevos medios informáticos, basados en nuevos símbolos matemáticos, pueden reestructurar la manera como la experiencia es codificada y decodificada, pueden imponer determinados patrones de pensamiento (como el pensamiento procedimental), pueden generar nuevas modalidades de aprendizaje (individualizado, heurístico, interactivo, por descubrimiento, etc.) y pueden generar alternativas a la actual organización espacio-temporal de la educación actual. Por ejemplo, la utilización educativa de bases de datos conlleva un mensaje en ese medio: la mayor capacidad de clasificación y clasificación cruzada, la que es una importante herramienta intelectual. Más aún, la disponibilidad y accesibilidad a información organizada le permite al estudiante explorar un tema con mucha mayor flexibilidad y eficacia que a través de los libros, bibliotecas y medios tradicionales (Perkins, 1987).

II. EDUCACIÓN INFORMÁTICA Y EDUCACIÓN INFORMATIZADA

Ya había sido mencionado cómo el sector educativo es un sector privilegiado de aplicaciones de la informática, dada su naturaleza “intensiva en información”. En efecto, las aplicaciones son múltiples y abarcan desde los aspectos curriculares y pedagógicos hasta los administrativos y los relacionados con la formación de docentes. Las principales aplicaciones educativas de la informática serán brevemente analizadas clasificándolas en dos grandes modalidades:¹ la informática como nuevo *medio de instrucción* para el docente, y como nuevo *medio de aprendizaje* al servicio del estudiante.

A. La informática como nuevo medio de instrucción

La instrucción basada en el computador (*computer-based instruction*)

Este concepto comprende diversos aspectos de la utilización instruccional del computador y se subdivide en dos categorías: instrucción administrada por computador (*computer - managed instruction*) e instrucción asistida por computador (*computer - assisted instruction*) o CAI. La primera categoría se refiere a las aplicaciones de la computación en el manejo de las notas, evaluaciones, archivos y otros aspectos administrativos del proceso escolar. La segunda categoría o CAI comprende diversas maneras de utilización de la computación como ayuda a la instrucción en algunas áreas del conocimiento (Manion, 1985).

Desde la perspectiva del docente, CAI es un medio de instrucción. Desde la perspectiva del estudiante es una herramienta para el aprendizaje. Las diferentes modalidades de CAI pueden ser clasificadas ya sea como medio de instrucción o como herramienta para el aprendizaje. Otros criterios de clasificación son el grado de complejidad en el aprendizaje y el grado de interacción que permiten con el estudiante.

Las principales modalidades de CAI son (Manion, 1985):

- sistemas de repetición y práctica
- sistemas tutoriales y de diagnóstico
- juegos educativos
- modelos de simulación

¹ Nota editorial. Además de estas dos modalidades, el autor trata una tercera, la informática como nuevo contenido, que por razones de espacio no incluimos en esta publicación.

- solución de problemas
- procesamiento de palabras

Estas seis modalidades de CAI han sido clasificadas según el grado creciente de complejidad en el aprendizaje y de interacción con el estudiante; del conocimiento simple al complejo, y del concreto al abstracto; de la adquisición de habilidades específicas mediante los sistemas de repetición y práctica, a conocimientos más complejos mediante los sistemas tutoriales y de simulación; al logro de capacidades de síntesis y evaluación mediante modalidades de solución de problemas y de procesamiento de palabras. Asimismo, la interactividad varía desde la pasividad y dependencia del estudiante respecto a la instrucción programada, hasta una creciente iniciativa e interacción creativa mediante la solución de problemas.

1. Repetición y práctica (drill and practice)

Es el uso repetitivo de ejercicios para la revisión, refuerzo y memorización de algún conocimiento o habilidad sencillos. Su propósito no es el estímulo a la creatividad del estudiante sino el refuerzo de aquellos conocimientos y habilidades que deben ser memorizados y automatizados en algunas áreas del conocimiento. Por tanto, no es legítimo evaluar negativamente su contribución a la creatividad o al desarrollo de la inteligencia puesto que éste no es su objetivo.

Esta modalidad es la más frecuentemente utilizada en la educación y formación profesional y técnica, es la menos sofisticada de las modalidades de CAI y la más directamente derivada de los conceptos básicos de la instrucción programada de origen conductista.²

Diversas evaluaciones realizadas sobre su efectividad en el aprendizaje señalan que permite reducir significativamente el tiempo necesario, lo que implica mayor productividad por estudiante y posibilidades de mayor cobertura. En conocimientos técnicos y prácticos aumenta la eficacia y calidad del aprendizaje (OECD, 1986). Puede tener un importante efecto motivacional en programas de educación o formación remedial y con estudiantes con problemas de aprendizaje. Los estudiantes de menor capacidad intelectual se benefician con situaciones de aprendizaje altamente estructurado, mientras los estu-

² Para un análisis crítico de esta concepción pedagógica, véase: Mockus, A., *et al.*, "El diseño instruccional y sus implicaciones sobre la práctica pedagógica y el aprendizaje". Segunda parte de "La reforma curricular y el magisterio", en *Naturaleza, Educación y Ciencia*, No. 3, 1983, pp. 81-95.

diantes de mayor capacidad logran mejores resultados cuando el apoyo instruccional es limitado (McCowan y Clark, 1985).

Otra característica de la instrucción programada es que permite racionalizar el proceso de aprendizaje (contenidos, secuencias, tiempo y espacio, etc.) ofreciendo oportunidades de aprendizaje despersonalizado (no dependiente de la personalidad peculiar del maestro), disponibles en diversos tiempos y espacios, lo que facilita que éste sea, según las necesidades, ritmos y disponibilidades de tiempo del estudiante.

La mayoría del *software* educativo ha sido generado para este tipo de aplicaciones. Los programas se caracterizan por ser altamente estructurados, no interactivos, basados en los principios de la instrucción programada, y diseñados para el logro de objetivos específicos de aprendizaje práctico e instrumental.

2. Sistemas tutoriales y de diagnóstico

En esta modalidad el CAI toma el papel del maestro y provee oportunidades de instrucción individualizada, al ritmo y disponibilidad de tiempo del alumno. Estos sistemas se basan conceptualmente en la simulación del tipo de razonamientos, preguntas y respuestas características de las actividades tutoriales y de diagnóstico. El programa ofrece los conceptos y reglas básicas de la materia, evalúa la comprensión del alumno, lo orienta mediante preguntas y sugerencias, ofrece mecanismos de retroalimentación, y ofrece oportunidades de practicar y repetir lo aprendido. El computador presenta los contenidos, evalúa la respuesta del alumno y decide qué secuencia de contenidos presentar a continuación (Taylor, 1980). Los objetivos cognitivos de esta modalidad de CAI son la adquisición y comprensión de conocimientos complejos.

Los sistemas tutoriales de mayor sofisticación permiten individualizar el aprendizaje, manejando un amplio rango de diferencias individuales. Evolucionan rápidamente de los sistemas tutoriales sencillos, estrechamente derivados de la instrucción programada tradicional y más parecidos a un costoso "libro electrónico", hacia los sistemas de Aprendizaje Inteligente Asistido por Computador (ICAL), basados en el supuesto de que la *inteligencia artificial* puede simular los procesos de razonamiento lógico en el hombre.³

³ Para un análisis de este concepto, véase: Vasco, C. E., "La metáfora del cerebro como computador en la Ciencia Cognitiva", Memorias del Primer Simposio Colombiano de Informática, Educación y Capacitación, Bogotá, CEINA, abril, 1987.

Estos sistemas inteligentes son actualmente el área de mayor experimentación y de mayores innovaciones previstas para el futuro próximo. Algunos de los principales sistemas actuales son *Plato IV*, *Pixie*, *Nycin*, *Ticcit*, *Query*, *Scholar*, *Guidon*, *Sacon*, *Sophie*, *Dart* (O'Shea y Self, 1983).

Los propugnadores de ICAL postulan profundas transformaciones curriculares y pedagógicas resultantes de su adecuada implantación en los sistemas educativos. Una de las principales implicaciones sería el cambio del papel del maestro: de fuente básica de la información e instrucción, a facilitador y coordinador del acceso diferenciado e individualizado de los alumnos a diversas fuentes y medios de instrucción .

Otra importante implicación es la ya mencionada "desobjetivización" o "despersonalización" de la enseñanza, lo que en ciertas áreas como matemáticas y ciencias reduce los factores psicoafectivos negativos generados por una mala relación con el docente, y que son causa frecuente de altas tasas de repetición y fracaso académico en estas áreas.

Por otra parte, las nuevas ayudas de información y recuperación inteligente de información permitirán que el computador se convierta cada vez más en instrumento para la asimilación de grandes cantidades de información y para la reflexión sobre ésta.

Las aplicaciones educativas de avances en la inteligencia artificial, como los sistemas expertos y la programación automática permitirá aumentar la interactividad de los sistemas CAI e introducen la capacidad de presentar diversos métodos de resolución para cada problema, detectar errores de razonamiento, exponer respuestas matizadas (Laborda: 209).

Estos importantes efectos educativos requieren la transformación previa del modelo pedagógico dominante, hacia una pedagogía basada en el alumno, en sus motivaciones, intereses y capacidad de aprendizaje por descubrimiento.

En esta modalidad también se ha encontrado un efecto significativo sobre la mayor productividad de la enseñanza, mayor flexibilidad y mayores posibilidades de individualización en el aprendizaje. Sin embargo, la utilización creativa de las potencialidades educativas de estos sistemas tutoriales y de diagnóstico, depende de la concepción pedagógica del docente y del clima de innovación o tradicionalismo educativo imperante en la institución. La tecnología ofrece importantes potencialidades educativas, cuya realización depende de la capacidad de los agentes educativos.

Algunos autores plantean que la realización de las potencialidades creativas de la informática en el sector educativo depende de la calidad del clima pedagógico en que se aplica (Perkins, 1987). La tecnología parece que no genera por sí misma efectos educativos significativos, sólo ofrece diversas oportunidades que el estudiante solo puede percibir y aprovechar en función de la orientación, estímulo y asesoría del maestro.

3. Los modelos de simulación y los juegos educativos

Se basan en la imitación y/o modelaje de las características de situaciones o fenómenos reales, ya sea en ciencias exactas y naturales, o en ciencias sociales, administración, procesos industriales, y técnicas específicas. El estudiante tiene la oportunidad de interactuar creativamente con el contenido del aprendizaje vía la realidad simulada. Esta modalidad es aplicable a la mayoría de las áreas del conocimiento; potencializa la ilustración de conceptos, desarrolla la capacidad analítica y de solución de problemas, y permite la experimentación con relaciones complejas. La simulación provee un laboratorio de bajo costo y fácil acceso. Debe ser utilizada una vez que los principios básicos hayan sido aprendidos, con el fin de integrarlos en el contexto de un problema significativo y desarrollar la capacidad de interpretación, de análisis y de solución de problemas.

En la medida en que los modelos de simulación y los juegos educativos sean interactivos, es decir, que propicien la participación activa y creativa del estudiante en el aprendizaje, en esa medida se diferenciarán cualitativamente de la instrucción programada y se convertirán en medios de potencialización de la capacidad de aprendizaje. El diseño de modelos de simulación y juegos educativos interactivos presupone el concepto del aprendizaje por descubrimiento y no por instrucción programada.

Estas nuevas tecnologías educativas incrementan continuamente su capacidad y complejidad debido a los aumentos en la capacidad de memoria y en la velocidad de procesamiento de los equipos en las posibilidades de formación de redes y en el manejo de imágenes de videodisco. Es así que se desarrollan "laboratorios virtuales" cada vez más complejos y poderosos; por ejemplo, de ciencias y de lenguas, integrando imágenes del mundo real procesadas por el computador.

Por otra parte, los juegos educativos ofrecen oportunidades de utilizar y desarrollar habilidades de solución de problemas en un formato de alta motivación e interés por parte del estudiante.

4. Programas de solución de problemas

El desarrollo de nuevos lenguajes interactivos como el *Basic*, *Apl*, *Lisp* y *Logo*, ha hecho posible que el estudiante tenga un nuevo papel como generador y solucionador de determinados problemas de aprendizaje. El estudiante puede utilizar conocimientos previos para formular hipótesis o posibles soluciones a una gran variedad de problemas, y probarlas inmediatamente mediante la programación del computador. El estudiante se convierte en director de su propio proceso de aprendizaje por medio de la indagación, la prueba y el descubrimiento (Manion, 1985). (Esta modalidad será analizada en mayor profundidad en el apartado B, la informática como medio o herramienta de aprendizaje al servicio del alumno).

5. Procesamiento de palabras o escritura asistida por computador

La escritura es una de las actividades intelectuales del más alto nivel puesto que requiere capacidad de síntesis, de análisis, organización lógica del contenido y claridad conceptual. La escritura es la expresión gráfica de ideas, imágenes y del lenguaje; es la manipulación mental del lenguaje con fines de expresión escrita.

Los programas de procesamiento de palabras permiten realizar más fácilmente las funciones mecánicas de la escritura —redacción, puntuación, gramática, etc.— y dan mayor flexibilidad en el tratamiento del texto escrito: revisiones, correcciones, traslados, adiciones, etc. Así, estos programas facilitan las funciones creativas de la escritura y el desarrollo de habilidades de comunicación escrita, cuyos requisitos intelectuales son mucho más complejos y de mayor nivel intelectual que la programación (Schwartz, 1983). La escritura es el medio de expresión del pensamiento más complejo.

B. La informática como medio o herramienta de aprendizaje al servicio del alumno

En la medida que las modalidades de CAI progresan de menor a mayor complejidad en el aprendizaje y de menor a mayor interactividad con el estudiante, en esa medida se van diferenciando cualitativamente de los conceptos y prácticas de la instrucción programada tradicional. De esta manera, las modalidades de simulación, solución de problemas y escritura asistida por computador representan conceptos y prácticas pedagógicas radicalmente opuestas a las modalidades de repetición y práctica y de programas tutoriales cerrados o

altamente estructurados. En las modalidades más interactivas y complejas se da entonces una convergencia o se establece un *continuum* entre el uso de los computadores como medio de instrucción para el docente y basado en él, y el uso como medio de desarrollo de la capacidad de aprendizaje o como herramienta de aprendizaje al servicio del alumno, basada en sus capacidades y motivaciones.

Este último uso educativo de los computadores es frecuentemente concebido como un uso alternativo en relación con el primero. El uso interactivo ha sido llamado el enfoque “heurístico” de la informática educativa en comparación con el enfoque “algorítmico”, característico de las modalidades de instrucción programada basadas en el docente, o uso instruccional de la informática: “Bajo la aproximación heurística el aprendizaje se produce mediante el discernimiento creativo a partir de situaciones experienciales, por descubrimiento de aquellos que se aprende, no mediante transmisión de conocimientos” (Galvis, 1986: 25).

Es posible identificar por lo menos dos posiciones respecto al rol de la informática en este tipo de aprendizaje. Una postula que la lógica misma de la programación, en cuanto que exige la identificación de las partes o factores constitutivos de cualquier problema y su ordenación e interacción lógica hacia la solución del problema, es un poderoso medio para “disciplinar” el pensamiento y la capacidad de aprendizaje. Es decir, para ordenar, precisar y orientar el razonamiento lógico hacia la solución de problemas; la lógica de los lenguajes de programación es de carácter “procedimental”, que se supone transferible a otro tipo de problemas, situaciones y actividades.⁴

Otra modalidad se basa en el supuesto de la contribución de la lógica de la programación a la liberación y potencialización de la capacidad de aprendizaje del individuo. S. Papert ha sido uno de los principales exponentes de esta modalidad; con base en supuestos de Piaget sobre la capacidad de cada alumno de construir progresivamente sus propias estructuras de pensamiento, Papert pretende que sea cada alumno quien pueda descubrir y expresar su propia estrategia de resolución de problemas, libre de las restricciones de los maestros, mediante el progresivo dominio de la lógica del pensamiento procedimental contenido en el lenguaje *Logo*.

Se supone que este lenguaje facilita la comprensión de conceptos matemáticos básicos mediante la experiencia libre y natural del estu-

⁴ Para un análisis de este tema, véase: Perkins, A. N., “The fingertip effect: how information technology shapes thinking”, en *Memorias del Primer Simposio Colombiano de Informática, Educación y Capacitación*, Bogotá. CEINA, abril, 1987.

dante. Se supone también que el aprendizaje de la lógica de solución de problemas es transferible a otras actividades y dimensiones de la vida. Se espera que el *Logo* permita pasar del aprendizaje de las matemáticas al desarrollo del pensamiento formal, a la elaboración de modelos de análisis, al planteamiento y comprobación de conjeturas o hipótesis, lo que constituye el fundamento del pensamiento creativo (Papert, 1981).

Mediante la programación de diseños abstractos, o campos de flores, los estudiantes pueden aprender ciertas nociones sobre ángulos y distancia, forma y línea, relevantes en la comprensión matemática. Las actividades de programación de *Logo* pueden dirigirse más específicamente a la comprensión de conceptos matemáticos. Transportando una perspectiva procedimental de las actividades de programación de *Logo* a otras tareas como la redacción de un ensayo... el estudiante puede analizar las demandas procedimentales, diseñar un plan parecido a un programa y perfeccionarlo sobre la base de la experiencia. En general, la programación ofrece un conjunto de conceptos que invitan a la analogía y a la aplicación a otros contextos procedimentales (Perkins, 1987).

Este enfoque heurístico presupone una concepción pedagógica basada en el alumno, en sus capacidades para aprender por indagación y descubrimiento, en contraposición a la tradicional pedagogía magisterial, vertical, basada en la instrucción. El objetivo es la creación por el estudiante de su propia manera de pensar, indagar y aprender. Ha sido muy importante la influencia de la psicología cognitiva piagetiana en la fundamentación conceptual de esta alternativa pedagógica.

Sin embargo, diversas evaluaciones realizadas sobre la pretendida eficacia educativa del *Logo* han mostrado resultados muy contradictorios. En algunos estudios de caso realizados en el clima o ambiente pedagógico óptimo propuesto por Papert, se han encontrado efectos positivos del *Logo* sobre el aprendizaje de las matemáticas, geometría y habilidades de planeación o de solución de problemas. Más importante todavía es la creciente evidencia de que los estadios o etapas de desarrollo mental y, por tanto, de capacidad de aprendizaje formal en el niño propuestos por Piaget, no están rígidamente asociados con determinada edad cronológica, sino influidos y modificados por factores no cognitivos ni neurofisiológicos sino de carácter cultural y social (OECD: 47). En un ambiente pedagógico que propicie el aprendizaje por indagación, exploración y descubrimiento, el niño puede comprender conceptos matemáticos a menor edad de la esperada.

Estos resultados tienden a fortalecer la posición tecnocentrista o tecnófila de aquellos educadores que creen en las potencialidades educativas intrínsecas del *Logo* y que ven con optimismo su difusión en el sistema educativo.

Sin embargo, otros estudios evaluativos no realizados en condiciones pedagógicas óptimas y controladas, han encontrado resultados negativos en la utilización del *Logo* para el desarrollo de habilidades de planeación y de solución de problemas en estudiantes de primaria (Pea y Kurland, 1984). Resultados igualmente negativos han sido encontrados en otros estudios sobre la eficacia del *Logo* en el logro de los objetivos educativos que promete, de tal manera que en el estado actual de la investigación educativa internacional se presenta una gran controversia entre diversos tipos de estudios y resultados (OECD, 1986).

Algunos analistas plantean que el problema reside en la heterogeneidad de objetivos y métodos de investigación. Mientras ciertos estudios de caso, en condiciones educativas controladas, brindan resultados positivos, otros estudios más amplios y/o de carácter experimental brindan resultados opuestos. Posiblemente el diseño de investigación experimental clásica no sea apropiado para medir los efectos educativos del *Logo*, pues éstos serían el resultado de un complejo proceso en el que intervienen varios factores y condiciones o ambientes, cuya respectiva contribución no es posible desagregar y medir.

Para otros analistas más radicales (Roszak, 1986), el problema no reside en el método de evaluación sino en las limitaciones educativas intrínsecas de la programación con *Logo*. Este es un lenguaje procedimental, a cuya lógica y sintaxis debe adecuarse el niño con el fin de aprender determinadas habilidades procedimentales de indagación y solución de ciertos problemas. Las limitaciones y peligros educativos de este lenguaje residen en el reduccionismo a lo formal, lo instrumental y lo procedimental al que se somete el pensamiento. Por una parte, el tipo de problemas solucionables por el *Logo* no son los problemas complejos de la vida real, en los que intervienen múltiples factores sociales, políticos, culturales, ambientales, ideológicos, etc., no “procedimentalizables”. Por consiguiente, las habilidades logradas con el *Logo* no son transferibles a otras situaciones y problemas reales, sino idiosincráticas al *Logo*. Por otra parte, el pensamiento verdaderamente creativo y analítico recurre a diversas funciones intelectuales, espirituales y afectivas (memoria, imaginación, intuición, síntesis, valores, afectos) que anteceden y sobrepasan al pensamiento limitado instrumental propio del *Logo*.

Lo que está en cuestionamiento, de generalizar este tipo idiosincrático y limitado de indagación y solución de problemas, derivado de supuestos sobre el funcionamiento de la mente análoga al del computador, son los efectos posibles sobre el pensamiento de los niños.

Esta posición crítica respecto al *Logo* en particular y en general respecto a los usos educativos del computador, llama la atención sobre la necesidad de pasar del nuevo deslumbramiento tecnófilo al análisis del "currículo oculto" de las nuevas tecnologías: el tipo de contenidos y de formación intelectual que conllevan. ¿Cuál es el verdadero mensaje educativo de estos nuevos medios?

Otros medios o herramientas de aprendizaje

Además de los lenguajes de alto nivel como *Logo* y *Karel*, se cuenta con modelos de simulación interactivos controlados por el usuario, y con recientes avances en *inteligencia artificial*, como los sistemas expertos. Estos son programas de computador y bases de datos que contienen el conocimiento logrado sobre determinado tema o problema, y que permiten la consulta para la solución de problemas e interrogantes. Estos sistemas se comportan como especialistas en la materia de su competencia. Algunos de los principales sistemas expertos desarrollados para la educación se encuentran en la enseñanza de la epidemiología, biofísica, matemáticas, geometría, cálculo, urología, anatomía patológica, para el diagnóstico de enfermedades bacteriales, para las actividades comunes de diagnóstico del médico general y para el análisis molecular (O'Shea y Self, 1983).

Las contribuciones educativas de los sistemas expertos pueden resumirse así:

- Aumentan la capacidad de resolver problemas complejos, de manera razonada; de explicitarle al usuario la lógica seguida, y de comparar los diversos métodos posibles.
- La disponibilidad que ofrece de todo el saber sobre una materia y la posibilidad de aplicarlo a la solución de un interrogante o problema.
- La capacidad de cualificar la respuesta, ofreciendo opciones, presentando condicionantes, interrogantes, secuencias, etc. Ejemplos: la mejor solución . . . , otra solución posible pero imperfecta... , si se toma este paso... entonces... , es preferible hacer esto... o no hacer aquello... , si esto... aquello... , etc. (Laborda: 194-195).

Estas nuevas aplicaciones educativas son el producto de las actuales tendencias de innovación en *hardware* y *software*. En *hardware* las tendencias indican una creciente capacidad de memoria, procesamiento y alta resolución, producto de los nuevos microprocesadores de la quinta generación. Entre los principales nuevos productos de *hardware* merecen mencionarse los discos ópticos y los CD-ROMS. Estos pequeños discos compactos, como los CD de audio, pueden almacenar hasta 600 megabytes de información, lo que multiplica muchas veces la capacidad de memoria de cualquier microcomputador actual. En esta memoria auxiliar se pueden almacenar y consultar enormes bases de datos sobre cualquier área del conocimiento. En el *software* o soporte lógico las tendencias se orientan hacia el perfeccionamiento y diversificación de varios lenguajes adecuados a las aplicaciones de la *inteligencia artificial*, como el *Lisp*, *Prolog*, *Smaltalk* y *OPS 5* (Onudi, 1986).

Otras tendencias en la *inteligencia artificial* se orientan hacia la programación automática y los diferentes tipos de reconocimiento y comprensión de señales: percepción, electrónica, selección y almacenamiento de imágenes, reconocimiento visual de formas y objetos, reconocimiento de señales ópticas, térmicas, de textura y sonoras. Esta última es la base de los recientes logros en comprensión del lenguaje natural. Esta rama de la *inteligencia artificial* pretende llegar a que el computador brinde respuestas a preguntas relativas a determinado texto o base de datos, como los que componen un sistema experto; que realice la síntesis o resumen del texto, que elabore información nueva a partir de interrogantes e hipótesis, y que realice traducciones automáticas (Laborda, 1986: 189-190).

Los críticos de estos nuevos medios de aprendizaje señalan que los sistemas expertos sólo son útiles para determinados tipos de problemas que pueden ser estructurados y tratados con la lógica procedimental y en los que no intervienen significativamente funciones intelectuales complejas ni decisiones éticas, como la intuición, el discernimiento valorativo entre diversas opciones, la discreción, la sutileza, la responsabilidad social, la priorización de objetivos y medios, etc. (Roszak, 1986).

Mientras más se avanza en la investigación cognitiva, "...mientras más se refinan los programas que pretenden simular los comportamientos considerados como inteligentes, más claramente se perciben las diferencias entre los computadores así programados y la manera como proceden los niños, los adolescentes y los expertos" (Vasco, 1987).

III. PROBLEMAS Y DILEMAS DE POLÍTICA EDUCATIVA EN INFORMÁTICA

A lo largo de este documento se han analizado las diversas opciones de educación informática y los diversos usos educativos de esta tecnología. Una de las principales conclusiones derivadas de este análisis es la existencia de diversas maneras de pensar y de posiciones contrarias al respecto, y la vigencia del debate actual sobre las potencialidades y limitaciones o peligros de los diversos usos educativos de la informática.

Otra conclusión puede ser la realización de la profunda contradicción o desfase existente entre sus supuestas potencialidades o promesas educativas, y las escasas y pobres realizaciones hasta el momento, así como las grandes dificultades de utilización creativa en los sistemas y prácticas educativas vigentes en todos los países (Peña, L. B., 1988).

La contradicción es menor mientras más simple y estructurado sea el conocimiento y mientras menor sea el grado de interactividad entre el estudiante y la máquina, como en las modalidades de repetición y práctica y sistemas tutoriales cerrados. La contradicción es mayor a medida que se pretenden aprendizajes más complejos, su mayor individualización y orientación hacia el descubrimiento, y su contribución al desarrollo de la inteligencia.

Esta contradicción o conjunto de promesas no cumplidas, representa el primer problema para la formulación de políticas de difusión de estas nuevas tecnologías en el sector educativo. Se hace necesario resolver previamente un conjunto de interrogantes.

- ¿Cuáles son las razones de esta contradicción o escasa eficacia de la informática en la reciente experiencia educativa internacional?
- ¿Cuáles son los límites propios, intrínsecos, de la informática en sus aplicaciones educativas? ¿Cuáles son las expectativas injustificadas, no fundamentadas educativamente? ¿Cuáles son las promesas infladas?
- ¿Cuál ha sido el papel de los grandes intereses económicos internacionales en la construcción y divulgación de estas promesas?
- ¿Cómo discernir lo real de entre el creciente cúmulo de mitificaciones, panaceas, promesas falsas, ideologías, etc., continuamente difundidas por los intereses comerciales?
- ¿Cuáles son las aplicaciones educativas propias de la informática?: ¿como medio de instrucción?, ¿como medio o herramienta de aprendizaje?, ¿como herramienta para el trabajo intelectual?, ¿en

qué áreas del conocimiento?, ¿de qué manera?, ¿con cuáles requisitos o condiciones educativas previas?, ¿para cuáles objetivos pedagógicos?, ¿con qué tipo de maestros?

- ¿Convendría o sería posible y productiva la introducción de la informática sin reforma pedagógica previa?, ¿o su introducción estimularía la reforma pedagógica o más bien reforzaría la pedagogía tradicional?

Respecto a la contradicción entre potencialidades y realizaciones es posible identificar por lo menos dos interpretaciones. La primera afirma las potencialidades educativas intrínsecas de las nuevas tecnologías y es optimista sobre su contribución al mejoramiento de la calidad de la enseñanza. La segunda no sólo relativiza sus supuestas contribuciones educativas sino también cuestiona la deseabilidad social de diversos usos educativos de la informática.

a) La primera, que podría ser llamada la interpretación *tecnocéntrica* o *tecnófila*, reivindica plenamente las potencialidades educativas intrínsecas de la informática, su capacidad transformadora de los conceptos y prácticas pedagógicas tradicionales, y proyecta un escenario educativo futuro en el que, una vez vencidas la inercia y tradicionalismo del sistema educativo, las nuevas tecnologías de la información estimularán el desarrollo de la inteligencia y de la capacidad de aprendizaje, permitirán el aprendizaje individualizado y flexible, transformarán cualitativamente el rol del maestro en su facilitador y coordinador, y generarán un nuevo modelo de aprendizaje basado en la indagación y el descubrimiento por parte del estudiante. Lo característico de esta posición es el convencimiento de las propiedades educativas intrínsecas de las nuevas tecnologías. No cuestionan sus posibles limitaciones e idiosincrasias respecto a determinados objetivos del aprendizaje; no relativizan las supuestas potencialidades de la tecnología. Se tiende a equiparar (o más bien a reducir) el pensamiento o aprendizaje humano con la lógica procedimental o algorítmica propia de la programación. Se supone que esta lógica permite transferir el aprendizaje a otras situaciones o problemas. El modelo de procesamiento de datos se plantea como modelo del pensamiento humano. De la metáfora inicial del cerebro como computador se pasa a considerar a ambos como máquinas procesadoras de símbolos, una artificial y otra natural (Vasco, 1987). En palabras de Papert:

[. . .] el tecnocentrismo se refiere a la tendencia a otorgarle centralidad [. . .] a un objeto técnico —por ejemplo los computadores o el Logo.

Esta tendencia manifiesta en preguntas como “¿cuál es el efecto del computador sobre desarrollo cognitivo?” o “¿sirve el Logo?” [. . .] tales giros traicionan con frecuencia una tendencia a pensar en los “computadores” o en el “Logo” como si fueran agentes que actuaran directamente sobre el pensamiento y el aprendizaje: traicionan una tendencia a reducir lo que son los componentes realmente más importantes de las situaciones educativas —la gente y las culturas— a un papel secundario de facilitación [. . .] En presencia de los computadores, las culturas pueden cambiar y con ellas los modos en que la gente aprende y piensa. Pero si usted quiere comprender el cambio (o influir en él) usted debe concentrar su atención en la cultura —no en el computador— (Papert, 1985: 54).

Las escasas y pobres realizaciones educativas actuales de la informática son interpretadas como resultado de dos factores: el primero, externo a la tecnología, es la persistente inercia y tradicionalismo de los sistemas educativos, que utilizan las nuevas tecnologías de manera rutinaria, trivial y no creativa, principalmente como refuerzo de conceptos y prácticas pedagógicas tradicionales. Sin reforma pedagógica previa se instaura un uso degradado de la informática, lo que es de escaso beneficio y de alto costo para el sistema educativo, y contraproducente para los alumnos por su desmotivación y aun rechazo a la utilización educativa de la informática. El segundo factor es el bajo nivel actual de sofisticación tecnológica de equipos y soportes lógicos, lo que induce a aplicaciones educativas simples y rutinarias, estrechamente asociadas con la instrucción programada conductista, como los programas de repetición y práctica y los tutoriales cerrados. Sin embargo, el optimismo en el avance tecnológico conduce a visualizar un próximo futuro en el que las aplicaciones más creativas de la informática se multiplicarán merced a los sistemas expertos, la continua ampliación de la memoria, la mayor interactividad máquina-usuario, la telemática, etcétera.

En definitiva, la actual contradicción entre promesas y logros de la informática educativa es de carácter temporal y circunstancial. Su solución depende, por una parte, del continuo progreso tecnológico con sus aplicaciones educativas de mayor calidad y, por otra parte, de las tendencias y estrategias de reforma hacia una pedagogía activa, participativa, individualizada, centrada en el alumno, la que permitirá la plena realización de las potencialidades educativas intrínsecas de la informática.

Para la posición tecnocéntrica o tecnófila el principal “problema” es el sistema educativo, no las posibles limitaciones educativas pro-

pías de la tecnología. Esta es concebida como una solución educativa en busca de aplicaciones.

b) La segunda interpretación relativiza las supuestas potencialidades educativas de la informática, es escéptica sobre sus promesas y cuestiona la deseabilidad educativa de algunas de sus aplicaciones. Se fundamenta en dos conceptos: el de la ineficacia de los medios en sí mismos, y la diferencia esencial entre el pensamiento humano y la lógica procedimental.

- En cuanto al primero, es evidente que el computador como nuevo medio educativo se diferencia cualitativamente de los medios tradicionales (radio, televisión, video, etc.), no sólo por su capacidad de procesamiento de información sino por su mayor potencialidad de generación de nuevas formas de aprendizaje y enseñanza de nuevos contenidos y a mayores niveles de complejidad. Sin embargo, como cualquier otro medio, el computador en sí mismo no tiene ningún efecto educativo. Ningún aspecto de los medios es esencial en la educación (Clark, 1983). La realización de sus potencialidades depende de diversos factores externos al medio, como los objetivos pedagógicos y curriculares, la capacitación de los docentes, las condiciones físicas y ambientales, etcétera.

Por esta razón los efectos educativos de la informática pueden ser contrarios y aun antagónicos entre sí. Por ejemplo, las modalidades de Instrucción Asistida por Computador (IAC), al igual que los sistemas de repetición y práctica, y los tutoriales cerrados, pueden ser utilizados para reforzar la enseñanza basada en el maestro o en el tecnólogo educativo, convirtiéndolos en agentes externos a las capacidades, motivaciones e intereses del estudiante, y reforzando así la práctica pedagógica vertical, autoritaria y normativa que genera pasividad en el estudiante y le inhibe su capacidad de razonamiento y aprendizaje independiente, autogenerado y basado en la indagación, la búsqueda y el descubrimiento.

- El IAC se convierte entonces en una costosa tecnología de reproducción de la pedagogía tradicional, sin aportar nuevos elementos conceptuales o metodológicos de renovación pedagógica. Posiblemente permita hacer más de lo mismo, a mayor costo, en la medida en que reduzca el tiempo necesario para determinados aprendizajes de carácter específico o técnico, o que aumente el número de usuarios de programas de instrucción.

De esta manera se relativizan las expectativas sobre los efectos educativos de la informática y se centra el análisis sobre las nece-

sarias reformas en el pensamiento y las prácticas pedagógicas que deben acompañar su utilización.

- El segundo concepto representa la posición más crítica respecto a la informática educativa. Los supuestos respecto a la contribución de la lógica de la programación al desarrollo del pensamiento y de la capacidad de solución de problemas, problemas tanto del *Logo* como de los otros lenguajes de programación, son analizados como el producto de supuestos que tienden a equiparar el pensamiento humano con el modelo de procesamiento de datos del computador, o más bien, a reducir la complejidad del primero a la lógica procedimental del segundo.

Esta posición se apoya en los estudios de aquella vertiente dentro de la ciencia cognitiva que critica al anterior reduccionismo y que postula que mientras más se conoce sobre la complejidad de las dimensiones cognitivas, valorativas y socioafectivas del aprendizaje, más se ahondan las diferencias cualitativas con la lógica procedimental (Vasco, 1987).

Dos importantes implicaciones se desprenden de este concepto:

- La no transferibilidad de las habilidades –lógicas y de solución de problemas– aprendidas mediante la programación a otras situaciones o problemas, dado que aquéllas son idiosincráticas a la lógica procedimental de cada lenguaje. De aquí la negación de la pretendida eficacia educativa del lenguaje *Logo* y de otros lenguajes de programación. Lo que se niega son los supuestos sobre las potencialidades educativas intrínsecas de la tecnología. Sus efectos son idiosincráticos a su propia lógica y no transferibles a otras lógicas.
- Aun bajo el supuesto de que hubiera algún grado de transferibilidad de la lógica de la programación, se cuestiona la *deseabilidad* de esa lógica.

El pensamiento creativo, divergente, es un proceso complejo en el que intervienen diversas funciones como la memoria, la intuición, la síntesis, los valores, lo afectivo, los paradigmas. Estas funciones interactúan con lo puramente cognitivo o racional, sin que sea posible la identificación y medición de las funciones determinantes.

El énfasis en la lógica procedimental tiende a formar un pensamiento convergente, centrado en soluciones formales a problemas simples o sólo apto para contenidos matemáticos, técnicos o altamente estructurados. Este es un pensamiento de bajo nivel respecto a la complejidad, generabilidad y sutileza del verdadero pensamiento creativo.

Se cuestiona entonces la pretendida deseabilidad social de este tipo de pensamiento y se propone el análisis crítico del “*currículum oculto*” de la informática educativa (Roszak, 1986). ¿Qué tipo y calidad de contenidos transmite? ¿Qué modelo de pensamiento pretende formar? ¿Qué implicaría social y políticamente la generalización de este tipo de pensamiento? ¿Qué visión o escenario de hombre y de sociedad subyacen? ¿Cuáles son los intereses económicos y políticos que promueven este tipo de pensamiento en la educación?

Una verdadera reforma pedagógica orientada hacia el desarrollo de las funciones intelectuales más complejas no utilizaría la programación como medio sino la práctica de la escritura creativa, en cuyo caso el papel del computador, como procesador de palabra, sería sólo como herramienta útil para facilitar el proceso intelectual y mecánico de la escritura.

Por consiguiente, el énfasis actual en la informática educativa no se deriva principalmente de razones educativas, sino de los poderosos intereses económicos vinculados a la industria microelectrónica e informática. En gran parte, la rápida expansión de computadores en escuelas y universidades norteamericanas se ha debido a las estrategias de captura de mercados y de reducción de impuestos mediante la donación masiva de equipos por parte de empresas como IBM y *Apple* (Roszak, 1986).

Es necesario realizar en Colombia el estudio sobre las estrategias comerciales de las empresas de computadores frente al sector educativo, ofreciendo equipos obsoletos o inadecuados para la educación, y sin suficiente respaldo de *software* de calidad. El sector educativo ha sido visto sólo como un gran mercado, sin importar la calidad y relevancia de la informática educativa que se comercializa.

Por los grandes intereses económicos vinculados con la informática ésta es una de las innovaciones tecnológicas en las que es más necesaria una sólida capacidad de análisis y evaluación de sus implicaciones sociales, económicas y culturales en un contexto determinado. Estos poderosos intereses económicos han elaborado la ideología de la nueva sociedad de la información, popularizada por escritores comerciales como Alvin Toffler (1971, 1974, 1980) y John Naisbitt (1982), como una nueva sociedad cualitativamente distinta y superior a la existente, y en la que se le atribuye a la creciente capacidad de procesamiento y transmisión de información un papel central y determinante en lo económico, político y cultural. Aunque es evidente la gran importancia de la información y de sus tecnologías asociadas en la sociedad contemporánea, no es menos evidente que sus efectos sociales, sus aplicaciones específicas, y tasas y modalidades

de inserción y difusión, dependen de diversas opciones de política en cada sector de aplicación. Pretender un efecto societal autónomo y determinante por parte de las nuevas tecnologías es sólo la expresión de una burda concepción de determinismo tecnológico, como ideología de los intereses económicos creados.

Esta capacidad de análisis y evaluación tecnológica (*technology assessment*) es cada vez más necesaria en el sector educativo con el fin de brindar criterios y respuestas a los interrogantes planteados al comienzo de este apartado.

Es cada vez más común en los estudios evaluativos sobre informática educativa la conclusión de que el mal uso educativo de estas tecnologías es contraproducente para los estudiantes y para la institución escolar.

En algunos estudios de caso realizados en colegios privados de Bogotá se encontró que las principales razones para la compra de computadores fueron la presión de los padres de familia y la búsqueda de *status* y de competitividad respecto a colegios similares, y no un propósito claro de mejoramiento de la calidad de la educación (Martínez y Obregón, 1988). Los computadores se introdujeron sin comprensión de sus usos educativos por parte de los docentes, en un contexto generalizado de escasez de *software* educativo, y el existente de mala calidad y utilizable solamente en las modalidades más rudimentarias de la instrucción programada conductista, lo que conduce a la utilización rutinaria y simple de los computadores. Este tipo de introducción de la informática en la educación ha sido generalmente el resultado de la intervención de los ingenieros de sistemas, ignorantes de sus implicaciones educativas.

Como resultado, una vez pasado el deslumbramiento inicial y agotado el escaso *software* disponible, son comunes los siguientes fenómenos: aburrimiento por parte de la mayoría de los estudiantes y aun franco rechazo a los computadores;⁵ creciente subutilización de los equipos; rechazo e indiferencia por parte de la mayoría de docentes; desencanto y escepticismo por parte de los administradores, y percepción del escaso beneficio educativo de esta costosa inversión.

En ausencia de una cualificación alta de los maestros, que supere drásticamente lo actualmente ofrecido y que posibilite el acceso a la orientación psicolingüística asociada a la tradición escrita, ni el potencial de los

⁵ Consistente con la reciente experiencia internacional en la que alrededor del 5% de los estudiantes se interesan activamente en la informática. Estos son en su mayoría hijos de ingenieros y técnicos, y se orientan hacia profesiones técnicas (OECD, 1986).

medios informativos como herramienta cognitiva, ni su potencial como fuente de modelo y metáforas sería aprovechado. Más bien es previsible que se acentúe el carácter de “guardería” que actualmente posee gran parte del aparato educativo y se agrave la tendencia a una apropiación superficial y mecánica de algunos aprendizajes cuyo uso se restringe a un repertorio netamente previsible (en vez de asegurar el dominio de principios y criterios básicos que permitan afrontar situaciones y problemas nuevos) (Mockus, 1988: 46).

Sin suficiente *software* educativo de buena calidad, sin suficiente dotación de equipos para aumentar la intensidad de su utilización por el estudiante, sin reformas pedagógicas previas, y sin adecuada capacitación informática de los docentes, es preferible optar por una estrategia selectiva y limitada de introducción de la informática. A nivel de política nacional en el sector público es más sensato invertir los escasos recursos disponibles en la creación de Centros de Investigación y Desarrollo en Informática Educativa en algunas de las principales Facultades de Educación y en asociación con colegios pilotos o experimentales. En estos centros se haría investigación y desarrollo de *software* educativo de diversas aplicaciones educativas, y se organizarían los programas de formación de docentes. Paralelamente sería necesaria una política de mediano plazo de dotación paulatina de equipos informáticos a todos los colegios y escuelas públicas del país.⁶

Sería de escaso costo-beneficio y aun contraproducente empezar por la opción de dotación masiva de computadores, dadas las razones anteriores. A nivel de la dotación de cada establecimiento educativo, si éste puede comprar varios computadores, es valiosa la recomendación del Profesor Carlos E. Vasco:

En este caso, la prudente demora en la decisión para asesorarse ampliamente, para planear actividades y para contratar personas apropiadas para manejar la sección de computación está totalmente justificada. Entre otras cosas, porque ésta es tal vez la única tecnología que, a pesar de la inflación y la devaluación, disminuye de costo año por año [. . .] los criterios de capacidad mínima de los equipos, de su apertura y flexibilidad para la expansión, de compatibilidad con otras marcas de *hardware* y *software*, deben priorizarse con respecto al costo. Es mejor

⁶ Para un análisis de las posibilidades de dotación por la industria electrónica nacional y de los costos relativos de varias opciones, véase: Martínez, J. D., “Opciones de desarrollo de una industria microinformática a través de un plan educativo oficial”, COLCIENCIAS, Proyecto Informática y Educación, 1988.

tener diez computadores potentes y abiertos y trabajar con grupos de veinte alumnos, que tener cuarenta juguetes electrónicos, uno para que cada alumno del grupo se aburra rápidamente con él (Vasco, 1988: 13).

Las principales ventajas de la estrategia selectiva y paulatina sobre la estrategia de dotación masiva de equipos serían:

- permitir decantar lentamente la experiencia nacional e internacional;
- aprender de experiencias, logros y errores de otros países y establecimientos educativos nacionales;
- evitar errores costosos y contraproducentes;
- encontrar respuestas a los diversos interrogantes sobre los usos óptimos de la informática educativa;
- clarificar criterios sobre la deseabilidad de diversas aplicaciones educativas;
- formar un núcleo básico de formadores de docentes;
- formular criterios y objetivos para el desarrollo de *software* educativo, y crear las bases institucionales para las actividades de investigación y desarrollo;
- organizar sistemas de difusión e información entre los educadores;
- realizar estudios evaluativos y comparativos sobre diversas opciones pedagógicas y aplicaciones;
- obtener mayor beneficio educativo de los costos de dotación, formación de docentes y desarrollo de *software*;
- diseñar las características de los equipos más adecuados a las funciones educativas y a las características ambientales de los colegios y escuelas.

Una importante conclusión que puede derivarse de este estudio es que actualmente no es prioritaria la introducción rápida y masiva de la informática en el sector educativo. Es clara la existencia de otras prioridades relacionadas con la ampliación de la cobertura y el mejoramiento de la calidad de la educación básica, sin la cual no es posible la apropiación creativa de las potencialidades de la informática.

[...] la introducción de la informática en la educación es relativamente urgente pero sólo adquiere sentido sobre la base de un drástico mejoramiento de la calidad de la educación y por lo tanto no es de primera prioridad especialmente en la educación básica y media... Dentro del conjunto de iniciativas que aportan hacia el mejoramiento de la educación básica y media en el país... la importancia relativa que en el momento presente puede legítimamente otorgársele a la informática

parece ser poca... Si es cierta nuestra tesis de que teorías y estilos pedagógicos deciden las formas de incorporación de los medios informáticos en la escuela, cabe prever una diversidad de aproximaciones según las distintas tendencias pedagógicas que desde el Estado, desde las Universidades y desde las diferentes formas de orientación de los educadores se promueven en este momento en el país... Ni la informática en sí misma parece ser el motor de grandes transformaciones pedagógicas, ni tiene sentido buscar en abstracto las modalidades óptimas de introducción de la informática. Cada escuela de pensamiento sobre educación y cada estilo pedagógico han de empezar a ubicar en un lugar adecuado dentro de su horizonte estos nuevos medios que entre otras cosas son una potente extensión de la hoja de papel y de la biblioteca (Mockus, 1988: 46, 48-49).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLTER, J., *Turing's Man: Western Culture in the Computer Age*, 1984
EUA, The University of Carolina Press.

CLARK, R., "Reconsidering research on learning from media", en 1983
Review of Educational Research, 53 (4).

CORIAT, B., *La Robotique*, Paris, La Decouverte/Maspero.
1983

EDUCATION COMMISSION OF THE STATES, The information Society:
1982 *Are High School Students ready?*, Denver.

FADDIS, C. et al., *Preparing for High Technology: Strategies for Change*, Ohio State U., National Center for Research in Vocational Education.
1982

GALVIS, A., *Computadores y Educación superior: aplicación a sistemas de educación abierta y a distancia*, Bogotá, ICFES.
1986

GOLDSTEIN, H. Y B.S. Fraser, *Training for work in the computer age: How workers who use computers get their training*, Washington, D.C., National Commission for Employment Policy.
s/f

GÓMEZ, V. M., *Educación y empleo en Colombia*, Bogotá, CRESET-
1986 Misión de Empleo.

_____. *Educación y desarrollo científico-tecnológico endógeno*, 1988 Caracas, UNESCO-URSHSLAC.

HARVEY, W. B., "The impact of computers in education and the widening income gap", en *Journal of Educational Technology Systems*, 15 (1), Citado en Rubincam, I. (1987), "A Taxonomy of topics in computer applications to Education...", Toronto, The Ontario Institute for Studies in Education.

HEBENSTREIT, J., *The use of informatics in education. Present situation, trends and perspectives*, Paris, UNESCO, ED/86/ws/47.

HOFFMAN, H., "Microelectronics, International Competition and Development Strategies: The Unavoidable Issues", en *World Development*, Vol. 3, No. 3.

HUNTER, B. y R. Aiken, *Computer Literacy in Vocational Education Perspectives and Directions*, The U. of Tennessee, Office of Research in High Technology Education.

LABORDA, J., "Informática y educación. Técnicas fundamentales", 1986 en *Cuadernos de Pedagogía*, Barcelona, Editorial LAIA.

LEMONS, D., *Education and training for a technological world*, 1984 Ohio State U., The National Center for Research in Vocational Education.

LEONTIEFF, W. Y F. Duchin, *The impact of Automation on Employment. 1963-2000*, New York U., Institute for Economic Analysis.

LEVIN, H. y R. Rumberger, *The Educational implications of High Technology*, Stanford U., CERAS.

MANION, M., "CAI modes of delivery and interaction. New perspectives for expanding applications", en *Educational Technology*, Vol. xxv, No. 1.

MARTÍNEZ, S. y M. Obregón, "Análisis comparativo de conceptos, objetivos y aplicaciones de la informática en colegios de Bogotá", Bogotá, COLCIENCIAS, Proyecto Informática y Educación.

- MCCOWAN**, J. y R. Clark “Instructional software features that support learning for students with widely different ability levels”, en *Performance and Instruction Journal*, 24 (4), Citado en Rubincam, I. (1987) “A Taxonomy of topics in computer applications to Education...”, Toronto, The Ontario Institute for Studies in Education.
- MCLUHAN**, M., *The Gutenberg Galaxy*, Toronto, The U. of Toronto Press.
- MOCKUS**, A., “Pedagogías, escritura e informática”, Bogotá, COLCIENCIAS, Proyecto Informática y Educación.
- MUNFORD**, L., *Technics and Civilization*, New York, Harcourt, Brace and Co.
- NAISBITT**, J., *Megatrends*, New York, Warner Books.
- NORA**, S. y A. Minc, *La informatización de la sociedad*, México, Fondo de Cultura Económica.
- NORTON**, P., “An Agenda for Technology and Education: Eight Imperatives”, en *Educational Technology*, Vol. xxv, No. 1.
- OECD**, *New Information Technologies. A Challenge for Education*, Paris, CERI.
- ONUDI**, *The impact of Expert Systems*, Viena, PPD.5.
- O’SHEA**, T. y J. Self, *Enseñanza y aprendizaje con ordenadores: inteligencia artificial en educación*, Madrid, Anaya Multimedia.
- PAPERT**, S., *Desafió a la mente: computadoras y educación*, Buenos Aires, Ed. Galápagos.
- _____. *Logo 85: Theoretical Papers*, MIT, Citado por Mockus, A. (1988).
- PASTRÉ**, O., *L’Informatization et L’Emploi*, Paris, La Decouverte/Maspero.

- PEA, R.** y A.M. Kurland, "Logo programming and the development of planning skills", Technical Report No. 16, Bank Street College of Education, New York, Center for Children and Technology.
1984
- PEA, R.** y A.M. Kurland, "Logo programming and the development of planning skills", Technical Report No. 16, Bank Street College of Education, New York, Center for Children and Technology.
1984
- PEÑA, M.**, "Nuevas tecnologías, calificación ocupacional y necesidades de formación en la secundaria", Bogotá, COLCIENCIAS, Proyecto Informática y Educación.
1988
- _____. "La promesa educativa del computador", Bogotá, COLCIENCIAS, Proyecto Informática y Educación.
1988
- PÉREZ, C.**, "Microelectronics, long-waves and world structural change: New perspectives for developing countries", en *World Development*, Vol. 13, No. 3, pp. 441-463.
1985
- PERKINS, A. D.**, "The Fingertip Effect. How Information Technologies Shapes Thinking", Memorias del Primer Simposio Colombiano de Informática, Educación y Capacitación, Bogotá, CEINA.
1987
- PRADA, J.**, *The Impact of Microelectronics*, Ginebra, OIT.
1980
- ROSZAK, Th.**, *The Cult of Information. The Folklore of Computers and the True Art of Thinking*, New York, Pantheon Books.
1986
- SIMON, J.C.**, *L'Education et L'Informatisation de la Société*, Paris
1981 La Domentation Francaise.
- SCHWARTZ, L.**, "Teaching writing in the age of the word-processor and personal computer", en *Educational Technology*, 19 (1).
1983
- TAYLOR, R.**, *The Computer in the Schools: Tutor, Tool, Tuttee*,
1980 New York, Teachres College Press.
- TOFFLER, A.**, *Future Shock*, Bantam Books.
1971

_____. *Learning for Tomorrow. The Role of the Future in Education*, New York, Vintage Books.

Vasco, C. E., “La metáfora del cerebro como computador en la ciencia cognitiva”, Memorias del Primer Simposio Colombiano de Informática, Educación y Capacitación, Bogotá, CEINA.

_____. “La informática en los programas de matemáticas de la educación básica”, Bogotá, COLCIENCIAS, Proyecto Informática y Educación.