



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**PERFILES
EDUCATIVOS**

ISSN 0185-2698

Apodaca, Norma (1991)
**“LAS COMPUTADORAS EN LA EDUCACIÓN:
UNA HERRAMIENTA ÚTIL”**
en Perfiles Educativos, No. 51-52 pp. 80-87.

LAS COMPUTADORAS EN LA EDUCACIÓN: UNA HERRAMIENTA ÚTIL

Norma APODACA *

Presenta un panorama de la forma en la que la computadora ha sido utilizada en el campo de la educación. Se expone brevemente los primeros intentos de automatizar la educación: /as llamadas "maquinas de enseñar", que han dejado su lugar a /as computadoras. Asimismo, se describen los métodos CML (Computer Managed Learning), CAI (Computer Aided Instruction) y CAL. (Computer Assisted Learning). Se menciona también el papel que juegan las computadoras en la educación especial y se hacen algunas reflexiones sobre la forma de utilización de esta herramienta como apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende ofrecer un panorama sobre la forma en que la computadora ha sido utilizada en el campo de la educación.

La tecnología educativa, en su sentido más amplio, provee al profesor de, métodos, y herramientas que, aplicados apropiadamente, pueden aliviar algunos de los problemas relacionados con el proceso de enseñanza aprendizaje. Un objetivo razonable a largo plazo es que los profesores puedan adquirir un conocimiento de las fuerzas y debilidades de cada método alterno disponible, incluyendo la computación, de manera que sean capaces de desarrollar soluciones adecuadas, a sus problemas de enseñanza.

Es, por tanto, deseable que los profesores consideren a la computadora como una herramienta más que puede ofrecerles algunas soluciones. Cabe mencionar que para usar una computadora como apoyo a la enseñanza no es requisito el tener un amplio conocimiento de la máquina o de su operación.

El propósito de la computación educacional es apoyar al profesor en su labor sin que esto implique que el uso de la computadora lo libere de su tarea de enseñanza, simplemente le ayuda.

Un poco de historia

La idea de utilizar una máquina como herramienta auxiliar en el proceso de enseñanza-aprendizaje no es nueva. Ya en 1924, un psicólogo de la Universidad de Ohio, llamado Sidney L. Pressey, diseñó un dispositivo mecánico que presentaba a estudiante, una serie de pruebas para

medir la inteligencia y la cultura general. Ésta máquina se basaba en el principio de la pregunta con respuesta de opción múltiple.

La máquina de Pressey¹ tenía aproximadamente el tamaño de una máquina de escribir y su operación era muy sencilla, constaba de un cilindro en el que el profesor introducía la hoja de papel con las preguntas, este cilindro tenía una cubierta con una ventana, a través de la cual el estudiante veía una pregunta a la vez. También contaba con cuatro teclas mediante las cuales el estudiante contestaba presionando la que considerara que correspondía a la respuesta correcta; al oprimir la tecla, aparecía la siguiente pregunta. Finalmente, la máquina tenía un contador que le permitía llevar la puntuación del estudiante. Además, esta máquina tenía otro modo de operación para que el alumno pudiera aprender, esto es, no permitía pasar a otra pregunta hasta que la actual fuera contestada correctamente, y contaba el número de intentos del estudiante; de esta manera él mismo podía darse cuenta del o los temas en los que tenía más fallas y en los que debía esforzarse más para llegar a dominarlos. Otra ventaja de esta máquina es que el estudiante podía avanzar a su propio ritmo, sin tener que reducirlo o sentirse incómodo por no alcanzar el de otros. Pressey siguió desarrollando este tipo de dispositivos, sin embargo, no tuvieron mucho éxito, debido probablemente tanto a las limitaciones que estas máquinas presentaban, como a que Pressey estaba adelantándose a su tiempo en lo que se refiere a conceptos educacionales.

Treinta años más tarde, en 1954, otro psicólogo norteamericano: B. F. Skinner, de la Universidad de Harvard, publicó un artículo presentando la enseñanza programada desde un punto de vista psicológico,¹ insistiendo en la importancia de reforzar los conocimientos adquiridos. En dicho artículo, Skinner describe un dispositivo que se encontraba en fase de experimentación, que llamo "máquina de enseñar", esta, a diferencia de la de Pressey, permitía construir una respuesta. Este dispositivo estaba orientado para ser utilizado como auxiliar en cursos de primera enseñanza; consistía en una pequeña caja con una ventana en la parte anterior, por la que se presentaba al niño la pregunta. En la parte inferior tenía diez pequeñas palancas corredizas, correspondientes a los dígitos 0 a 9, mediante las cuales se proporcionaba la respuesta; el niño daba vuelta a una palanca, y si la contestación era correcta, la palanca giraba libremente, con opción a que sonara una campana; en caso contrario la palanca no giraba. Cuando la respuesta era correcta, el niño tenía que dar otra vuelta a la palanca para que apareciera la siguiente pregunta. Si la respuesta era incorrecta, tenía que girar la palanca en sentido inverso para un segundo intento. Al igual que la de Pressey, esta máquina tenía un contador para registrar los errores. En el mismo artículo, Skinner menciona un dispositivo similar, en que las palancas corredizas correspondían a las letras del alfabeto, este sería de gran utilidad en la clase de ortografía al presentar una serie de afirmaciones encaminadas a que el niño aprendiera a escribir correctamente las palabras. Por ejemplo, si se deseaba enseñar la palabra girasol, en la primera afirmación se le daba el significado de la palabra:

El girasol es una flor de color amarillo, que se llama así porque sigue el movimiento del sol.

En la segunda se le indicaba la similitud con alguna otra palabra, para el ejemplo con el verbo girar.

Parte de esta palabra es igual que en **girar**, que quiere decir moverse alrededor de algo.

En la tercera se le pedía que completara la palabra llenando los espacios en blanco con las letras correspondientes:

Completa la palabra: g_ra_o_

Finalmente, se le presentaba la frase inicial y se le pedía que escribiera en el espacio libre la palabra en cuestión:

El _____ es una flor de color amarillo, que se llama así porque sigue el movimiento del sol.

En los dos últimos casos el niño ya no copiaba la palabra.

Tanto Pressey como Skinner enfatizaron el hecho de que por medio de dispositivos como los ya descritos, el alumno podía reforzar sus conocimientos de inmediato, sin tener que esperar a que el profesor calificara los exámenes para darse cuenta de sus errores; retraso que provoca que el comportamiento del estudiante no sea modificado apreciablemente.

Al aparecer la computadora se abren nuevas posibilidades para llevar a cabo esta idea, ya que se perfila como la máquina ideal para ser empleada como apoyo a la educación, debido a que el proceso de enseñanza-aprendizaje comprende flujo de información y la computadora es un procesador de información.

Así, durante la década de los sesentas se iniciaron en algunas universidades norteamericanas varios proyectos para emplear la computadora como apoyo a la enseñanza. Ejemplo de ello es el que llevó a cabo la Universidad de Stanford en conjunto con una escuela primaria,² en 1965, relativo a la enseñanza de la aritmética en cada uno de los grados de la enseñanza elemental, proporcionando instrucción individualizada mediante ejercicios. No obstante, a finales de esa década, las computadoras habían tenido poco impacto en la práctica educativa, debido principalmente a:

- a) el alto costo tanto de las máquinas en si (hardware) como del desarrollo de sistemas (software);
- b) la poca confiabilidad de los sistemas;
- c) el miedo de los profesores a la tecnología y/o a perder sus empleos, y
- d) la resistencia al cambio en las escuelas.

Posteriormente, se hicieron intentos con las mini computadoras, por ejemplo el proyecto desarrollado en Francia a partir de 1970.³ Este proyecto es conocido como el de los 58 Liceos, y pretendía utilizar la informática como un medio de enseñanza propuesto a todas las disciplinas literarias y científicas. En esta misma década se desarrolló en Estados Unidos el proyecto PLATO (Programmed Logic for Automatic Teaching Operations) realizado por la Universidad de Illinois en colaboración con Control Data Corporation.⁴ Este era un proyecto muy ambicioso basado en una computadora grande y con capacidad para manejar hasta 4000 terminales. Su objetivo fue proveer instrucción de manera interactiva a un gran número de estudiantes, desde el nivel de primaria hasta el de licenciatura. Entre 1973 y 1977 se llevó a cabo en Gran Bretaña un desarrollo de CAL en gran escala, que había sido propuesto a finales de los sesentas,⁵ y que fue promovido por el National Development Programme in Computer Assisted Learning. Este Programa tenía dos objetivos principales, apoyar los proyectos presentados por las instituciones, y ayudar al desarrollo de sistemas capaces de ser utilizados en otros establecimientos.

Con la aparición de la microcomputadora a fines de los setentas, la idea cobra nueva fuerza y surge la posibilidad de un nuevo aspecto educativo, debido en parte al gran impacto que estas máquinas han tenido en la vida cotidiana. Actualmente la tendencia es utilizar microcomputadoras o redes de ellas. Cuando se utilizan estas últimas se tienen ventajas adicionales⁶ como son:

- 1) Los profesores pueden comunicarse con toda la clase o con algún alumno en particular;
- 2) los estudiantes pueden, a su vez, plantear preguntas al profesor, e inclusive mostrar su trabajo al resto de la clase;
- 3) los programas (software) se encuentran almacenados centralmente, y se les llama a través de la red cuando son requeridos;
- 4) se puede hacer uso más eficiente del equipo periférico, como son las impresoras.

Métodos

Se revisan tres métodos:

1. Aprendizaje administrado por computadora (*Computer Managed Learning*), conocido como CML.
2. Instrucción auxiliada por computadora (*Computer Aided Instruction*), que se denota por la sigla CAI.
3. Aprendizaje asistido por computadora (*Computer Assisted Learning*), al que se hace referencia como CAL.

Las diferencias entre ellos son difíciles de precisar, en CML el énfasis está en que el alumno y el profesor reciben información sobre la actuación y el progreso del estudiante, en tanto que CAL y CAI el alumno es más bien guiado por la computadora en su aprendizaje. En estos dos últimos, las diferencias son muy sutiles y radican principalmente en que los procesos de instrucción y aprendizaje son en realidad distintos, aunque algunos autores consideran en CAI como un subconjunto de CAL. En las siguientes secciones se tratará de desglosar un poco cada uno de los métodos.

CML (Computer Managed Learning)

El CML o aprendizaje administrado por computadora fue una respuesta a la pregunta ¿cómo puede la computadora ayudar en la educación?, formulada en los años cincuenta. Este método se enfocaba a programar la computadora para apoyar a los profesores liberándolos de algunas de sus tareas administrativas, que son tediosas y consumen mucho tiempo, permitiéndoles dedicarse en mayor grado a la esencia de la enseñanza.

Hay cuatro áreas principales en las que la computadora puede dar soporte administrativo.⁵

a) *En la Construcción, corrección y análisis de exámenes*

La construcción de exámenes implica tener en la computadora un banco de preguntas bastante amplio y un juego de reglas que indiquen como elaborar el examen a partir de las preguntas. La información que debe almacenarse sobre cada pregunta consta de alguna descripción de la misma que incluye la materia a la que esta relacionada, el grado de dificultad, el tipo de conocimiento que intenta probar, el texto mismo de la pregunta y algún dato sobre su comportamiento en las ocasiones en que se ha utilizado. Asimismo, la computadora puede imprimir el examen.

Aunque el corregir manualmente exámenes permite a los profesores formarse una idea subjetiva sobre el progreso de sus estudiantes, esta tarea puede convertirse en una tarea tediosa, en particular si se trata de grupos numerosos. De aquí que resulte atractiva la posibilidad de que sea la computadora quien realice esta actividad. La introducción de los exámenes con respuesta de opción múltiple reforzó esta idea y estimuló el desarrollo de técnicas de calificación por computadora. Este tipo de examen presenta al alumno una serie de opciones asociadas a algunos cuadros en los que el estudiante indica su elección mediante una marca negra. Posteriormente, la computadora lo "lee" mediante un lector óptico que puede censar la presencia o ausencia de marcas negras en lugares predeterminados de la hoja, delimitando así el patrón de respuestas del estudiante y verificándolo contra el de respuestas correctas. Dada la rapidez con que la computadora realiza esta operación, el profesor puede dar un peso diferente a las preguntas a inclusive cambiar el previamente establecido. Una ventaja adicional, y de considerable importancia, es que el estudiante recibe una rápida retroalimentación.

En cuanto al análisis, éste es un complejo proceso que requiere bastante tiempo y dedicación por parte del profesor. Es aquí donde mejor puede apreciarse el beneficio de utilizar la computadora para corregir los exámenes, puesto que de esta manera la información sobre el examen se encuentra ya almacenada y el análisis se facilita. Este proceso se puede dividir en dos partes: una concerniente al examen en sí y la otra a cada una de las preguntas. En la primera se obtiene, por ejemplo, la distribución de las calificaciones de los alumnos de un grupo para probar la capacidad del examen, en lo que se refiere a discriminar entre buenos y malos estudiantes. Además, se pueden emplear algunas técnicas estadísticas para medir la confiabilidad del examen y tener así una indicación de que tan adecuado es para evaluar a los estudiantes. Otro tipo de análisis posibilita encontrar patrones de preguntas incorrectas que indican áreas problemáticas del curso. Al analizar las preguntas en forma individual, se puede calcular tanto el grado de facilidad como el índice de discriminación, para medir la dificultad de la pregunta; así como el poder de discriminación que presenta entre buenos y malos estudiantes.

b) En el registro de la actuación y progreso de los estudiantes

Un sistema CML debe guardar un registro de cada estudiante, conteniendo datos sobre los módulos del curso que ya ha cubierto y los que estudia actualmente, así como el resultado de sus evaluaciones, y también puede incluir algún comentario de su tutor. El problema que presenta esta parte es el concerniente a la confidencialidad de la información, y debe resolverse antes de poner en operación un sistema de este tipo.

Adicionalmente, la computadora almacena datos sobre los módulos del curso y los exámenes asociados a ellos. Incluso puede contener información sobre los profesores.

c) En proporcionar guías de estudio

Se presupone que un curso está dividido en módulos, teniendo cada uno de ellos, objetivos y prerrequisitos bien establecidos, esto permite vincularlos con una cierta secuencia de estudio. Las reglas que gobiernan dicha secuencia son especificadas por el tutor. Por otra parte, la computadora tiene el registro de cada estudiante. Así, el sistema CML, tomando en cuenta la información contenida sobre el estudiante y los módulos, puede señalar al alumno el siguiente módulo a estudiar. Esto no implica que el estudiante tome al pie de la letra la indicación, ya que puede consultarla con su tutor y entre los dos decidir que es lo mejor.

d) En elaborar reportes

Un sistema CML debe proporcionar información actualizada y adecuada a cada una de las personas involucradas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Al estudiante, en lo que se refiere a su actuación en cada módulo, le permite identificar y rectificar sus problemas de aprendizaje. Al tutor, le indica el comportamiento y progreso de sus estudiantes, ya sea en forma individual o grupal; o bien le proporciona información estadística sobre sus cursos y/o exámenes. Al director le presenta información más general sobre los estudiantes, los profesores y los cursos. Estos reportes pueden tener distintos formatos, desde simples comentarios o códigos, hasta un corto ensayo, dependiendo de las características del sistema.

CAI (Computer Aided Instruction)

A finales de la década de los cincuenta se inició un movimiento de CAI basado en la instrucción programada de Skinner, ya que parecía que las características de la computadora para el procesamiento de información darían la flexibilidad requerida, misma que no se había podido obtener con los dispositivos mecánicos utilizados hasta entonces. Así, mediante la computadora se

presentaban al alumno ejercicios o preguntas de las lecciones ya estudiadas, de modo que este pudiera reforzar sus conocimientos. Conviene recordar aquí que uno de los aspectos principales de la instrucción programada es dividir al todo en partes, presentando al estudiante cada una de ellas por separado; una vez dominada una parte, se puede pasar a la siguiente,

En CAI se establece una dinámica de comunicación diferente a la del salón de clases, pues el estudiante interactúa en forma individual con una computadora, y tiene que dar respuesta a todas las preguntas que se le presentan, lo que no ocurre en el salón de clase donde varía la participación de los alumnos, desde monopolizar las respuestas hasta contestar el mínimo posible. Otros aspectos de esta individualización son que el alumno obtiene retroalimentación inmediata a sus respuestas, y que el material puede adaptarse a las necesidades de cada estudiante.

Cabe enfatizar que el principal objetivo de estos sistemas era el de reforzar los conocimientos adquiridos en el salón de clase.

CAL (Computer Assisted Learning)

Existen diferentes tipos de CAL o aprendizaje asistido por computadora, así como marcos dentro de los cuales estudiarlos. En esta sección se presenta el de Kemmis, Atkin y Wright,⁵ con los cuatro paradigmas educacionales que inventaron para relacionar a CAL con el campo general de la educación.

a) Paradigma instruccional

Es conveniente indicar que algunos autores utilizan el término CAI para referirse a esta forma de CAL. Es aquí donde puede surgir confusión entre CAI y CAL. Sin embargo, como se mencionó al principio de esta sección, la diferencia entre estos métodos se encuentra en que el proceso de instrucción no es igual al proceso de aprendizaje.

Este paradigma está muy relacionado al método de instrucción programada, basado en la división de un tema en subtemas con objetivos y prerrequisitos bien establecidos. De acuerdo a la teoría de Skinner esta es la mejor manera de aprender un material: concentrándose en cada una de las partes a la vez, y reforzando lo aprendido en cada oportunidad. Sin embargo, esta teoría presenta dificultades de instrumentación ya que es una enorme tarea manual para el profesor el dividir el tema. Dentro de este paradigma caen dos usos de CAL: el diálogo instruccional y los ejercicios para adquirir ciertas habilidades.

En lo que se refiere al primero, puede decirse que es el uso más extendido y apreciado. Aquí, la computadora se utiliza para: presentar al alumno un texto con preguntas, de manera similar a como se hacía en las máquinas de Pressey y Skinner; monitorear sus respuestas; y controlar su progreso a través de los módulos del curso o programa. No obstante su valor, esta forma de uso de CAL tiene la limitante de que el diálogo entre estudiante y computadora es restringido.

Respecto al segundo, lo que se presenta al estudiante es una serie de ejercicios que se han diseñado para que adquiera una habilidad determinada, por ejemplo numérica. Esta secuencia de preguntas puede ser de dificultad gradual, de manera que permita determinar los problemas de aprendizaje que el estudiante tenga en la técnica de que se trate.

b) Paradigma revelatorio

En este caso, la idea es guiar al estudiante para que por sí mismo haga descubrimientos sobre el material de estudio, conforme se le vaya mostrando. Generalmente implica la presentación de un

modelo de la vida real; las reglas que lo rigen las va intuyendo el alumno de acuerdo con el comportamiento del modelo en circunstancias determinadas, que el mismo puede variar.

En esta forma de CAL, el énfasis se encuentra en el estudiante y en la manera en la que interactúa con el modelo que se le presenta a través de la computadora.

La ventaja de utilizar modelos para llevar a cabo simulaciones en la computadora, radica en que el alumno puede experimentar con situaciones cuyo costo, tiempo y riesgo podrían ser tales, que no permitirían su exploración real. Entre estas últimas se encuentran: las que permiten el estudio del comportamiento de reactores nucleares; las de tipo estadístico; las que modelan efectos genéticos en generaciones sucesivas; las que ayudan a los estudiantes de medicina a adquirir experiencia de algunas enfermedades. Ahora bien, al emplear simulaciones debe tenerse mucho cuidado para asegurar que la realidad no sea sobre simplificada en ellas, y debe quedar muy claro que son solo un complemento, no una sustitución de experimentos reales.

c) Paradigma conjetural

En el CAL conjetural, el énfasis se encuentra en la exploración que el estudiante lleva a cabo, por medio de la computadora, de algún tema. El rango de esta exploración es muy amplio, va desde utilizar la computadora como una calculadora en aritmética complicada, hasta emplearla para modelar situaciones de la vida real o manipular ideas.

En esta forma de CAL, el estudiante tiene mayor contacto con la computadora y es él quien tiene el control, a diferencia de lo que ocurre en el CAL instruccional. Esto no implica que el estudiante deba convertirse en un experto programador, ya es posible desarrollar programas especiales que faciliten su comunicación con la computadora; puede citarse como ejemplo al lenguaje LOGO⁷ que ha sido empleado con éxito para enseñar conceptos de geometría y forma a niños pequeños.

La diferencia básica entre simular (CAL revelatorio) y modelar (CAL conjetural) estriba en que durante una simulación el estudiante puede experimentar con factores externos, pero no con las ecuaciones que controlan el modelo, como de hecho lo hace al construir el mismo el modelo. Posiblemente la forma más excitante y menos desarrollada de CAL conjetural esta basada en sofisticados programas de inteligencia artificial, que permiten al estudiante manipular una amplia variedad de conceptos y explorar marcos lógicos. El CAL conjetural tiene gran aceptación en temas de ciencia y tecnología, pero no esta restringido a ellos.

d) Paradigma emancipatorio

En este paradigma la computadora se utiliza como un medio para reducir la carga de trabajo del estudiante. Esto debido a que realiza rápidamente cálculos y manejo de información. Se basa en que hay una parte del proceso de aprendizaje que no es fundamental para éste, por ejemplo cuando el énfasis esta en el resultado de un experimento y no en los cálculos mediante los cuales se obtiene, que pueden ser muy complicados. Aquí el profesor tiene la responsabilidad de decidir que parte es fundamental y que parte es de apoyo para un determinado aprendizaje, tratando de que el alumno resuelva el problema que se le plantea de una manera creativa.

La computadora en la educación especial

Es importante indicar que uno de los problemas en la educación actual es proveer educación en la que el potencial de cada niño se desarrolle al máximo,⁸ cualesquiera que sean sus capacidades de aprendizaje y su medio ambiente.

En general, los sistemas educativos "normales" se basan en suposiciones sobre las capacidades

humanas "normales";⁹ esto es, las que dentro de un amplio rango se consideran como tales. Estas suposiciones pueden usarse como una base para planear el empleo de la computadora en dichos sistemas, adecuando las situaciones de instrucción y aprendizaje al individuo.

Ahora bien, hay niños que no entran en este rango de capacidades y son los que reciben, o deben recibir, educación especial de acuerdo con el tipo de disfunción que presenten.

Entre las capacidades humanas deben distinguirse las mentales de las físicas, teniendo así dos categorías de niños especiales. En el primer grupo se encuentran aquellos niños con retraso mental o los sobredotados; para ellos el uso de las computadoras es de gran utilidad pues, como ya se mencionó, con estas se recibe una instrucción individualizada, permitiendo a cada niño avanzar de acuerdo con su capacidad y conocimientos previos. Al segundo grupo pertenecen los niños con alguna deficiencia física: ceguera, sordera, parálisis cerebral; estos necesitan una prótesis apropiada que les ayude a superar su deficiencia. Aquí puede emplearse la computadora acoplada a algún dispositivo, mediante el cual puedan tener acceso a los programas (software) adecuados a sus capacidades mentales.

Sin embargo, conviene distinguir el uso de la computadora como prótesis y como soporte para la educación, ya que en algunas ocasiones puede no ser compatible el software que maneje la prótesis con el estándar usado en la educación "normal".

El grupo que ha sido más beneficiado con el uso de las computadoras es el de los sordos (y sordomudos), puede citarse como ejemplo un proyecto para ayudar a la educación del timbre y tono de voz de niños hipoacúsicos, que se está llevando a cabo en el Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (IIMAS) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en colaboración con la Dirección General de Educación Especial de la Secretaría de Educación Pública.¹⁰ Este proyecto cubre dos aspectos: la modificación de una microcomputadora y el desarrollo de programas. En relación al primero, se acopló a la microcomputadora un micrófono y la circuitería necesaria para su manejo. En cuanto a los programas, se optó por los de tipo juego que son atractivos para los niños.

En el otro extremo se encuentran los ciegos, que han recibido muy poco beneficio de esta tecnología. No obstante, se puede mencionar el desarrollo de impresoras Braille, mediante las cuales se facilita la impresión de estos textos.

Conclusiones

El interés que existe de introducir medios modernos en la educación, como el de auxiliarse de una computadora, es renovar la pedagogía y mejorarla. En este sentido, las capacidades de las computadoras son promisorias para lograr incrementar tanto la calidad como la extensión de la experiencia de aprendizaje; aquí se encuentra el reto de usar dichas capacidades apropiadamente como parte del ambiente educacional.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje el profesor cuenta con varios apoyos para llevar a cabo su labor, entre ellos podemos mencionar el material didáctico tradicional, materiales audiovisuales y la computadora. Cada uno de estos apoyos tiene una aplicación específica, dependiendo de la situación de que se trate, por lo que es recomendable utilizar varios de ellos con objeto de obtener un mejor resultado.

En lo que respecta a la aplicación de CAL, los paradigmas instruccional y revelatorio son más apropiados para los niveles primario y medio de la enseñanza, en tanto que el conjetural y el emancipatorio parecen operativamente posibles sólo en la educación superior. Cada uno de los

cuatro tipos de CAL mencionados, explota varias características de la computadora para asistir en el proceso de enseñanza-aprendizaje, empleándola particularmente para dar oportunidades de aprendizaje que sería difíciles o imprácticas de brindar de otra manera. Sin embargo, en todas sus formas puede proporcionar un compañero más activo para el estudiante que otros medios de enseñanza como podrían ser las transparencias. Cabe señalar que las cuatro formas de CAL no son excluyentes entre sí, esto es, pueden combinarse para lograr mayores beneficios.

En general, al utilizar la computadora como apoyo, además de las posibilidades de la instrucción individualizada, el estudiante puede sentirse protegido de sus errores al tener que exponerlos a una máquina en privado, en lugar de hacerlo ante el profesor en un salón de clase, actuando así con menos inhibiciones. Esto no quiere decir que es mejor que el estudiante interactúe con una máquina, ya que nada puede sustituir el valor del contacto humano con el profesor o sus compañeros de clase, simplemente se trata de enfatizar que pueden reforzarse los conocimientos de una manera eficiente con la asistencia de la computadora. Es importante distinguir entre el valor de la tecnología y el del aprendizaje que se busca facilitar con su uso.

Desde hace algunos años, en México ha habido interés por introducir esta herramienta en el proceso educativo, especialmente microcomputadoras o redes de ellas. Ya hay varias escuelas en las que se está utilizando, particularmente al nivel de la educación primaria. Sin embargo, no existe mucho software comercial que pueda adaptarse a los planes de estudio vigentes en el país, por lo que sería conveniente desarrollar los programas adecuados a ellos. En varias partes de la República Mexicana se ha respondido a esta inquietud con proyectos cuya finalidad es producir software educativo, para todos los niveles del sistema de educación del país, como ejemplo puede citarse el curso de apoyo a la materia de geometría analítica de quinto año de bachillerato,¹¹ desarrollado en el IIMAS-UNAM.

La computadora es una herramienta muy útil en la educación, por lo que es deseable que quienes están relacionados de manera directa con el proceso de enseñanza-aprendizaje la tengan en mente en el momento de planear sus actividades docentes y elegir sus apoyos didácticos.

Referencias

1. Lumsdaine, A. A. & Glaser, R., *Teaching Machines and Programmed Learning*. Departamento de Instrucción Audiovisual de la Asociación Nacional de Educación de los Estados Unidos de América, 1960.
2. Suppes, P.; Jerman, M.; Brian, D., *Computer-Assisted Instruction: Stanford's 1965-66 Arithmetic Program*; Academic Press, 1968.
3. Simon, Jean Claude, *L'éducation e l'information de la société*, Fayard, 1981.
4. Smith, S. G.; Sherwood, B. A, "*Educational Uses of the PLATO Computer System*", en Science, Vol. 192, 1976.
5. Rushby, Nicholas John, *An Introduction to Educational Computing*. Londres, Croom Helm London, 1979.
6. Penny, Douglas A, *Computers and Education A Planning Challenge* Memoria de la Tercera Conferencia Internacional Las Computadoras en Instituciones de Educación "la Educación y los Sistemas de Información en la Frontera del Siglo XXI, 1987.
7. Gascoigne, Serafim, *Microchild Learning Through LOGO*, MacMillan, 1984.
8. Malan, M. M., "*Contributions of Computer Based Education to the Education of Gifted Children*" en : Duncan, K.; Harris, D.; *Computers in Education* North-Holland, 1985.
9. Woodhouse, D.; McDougall, A, *Computers Promise and Challenge in Education* Blackwell Scientific Publications, 1986.
10. Haro, H.; Martínez, J., *Sistema de Retroalimentación Visual como Auxiliar en la Educación de Voz* Presentado en el Seminario Internacional sobre la Implementación de la Computación en la Educación Guatemala, 1990.
11. Domínguez M., Raquel, *Un laboratorio para el aprendizaje matemático: el programa GA IIMAS-UNAM*, Comunicaciones Técnicas, Serie Desarrollo, núm. 98, 1989.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- ENNAKS, R.; Gwyn, R.; Zdravchev (eds.), *Information Technology oral Education. The Changing School*. Ellis Horwood Limited, 1986.
- HINGUE, Francois, *La Enseñanza programada. Hacia una pedagogía cibernética* Kapelusz, 1969.
- NIEVERGELT, Jurg, *A Pragmatic Introduction to Courseware Design Computer*, 9 (13):1980.
- STEINBERG, Esther, *Teaching Computers to Teach*, Lawrence Erlbaum Associates, 1984.
- Education & Computing. *The International Journal* 1 (4): 1988, Elsevier.
- Educational Technology 4 (XVIII), abril de 1978.