



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**PERFILES
EDUCATIVOS**

ISSN 0185-2698

Gandara, Manuel (1992)
“EL CD-ROM: UN NUEVO MEDIO EDUCATIVO”
en Perfiles Educativos, No. 55-56 pp. 69-79.

EL CD-ROM: UN NUEVO MEDIO EDUCATIVO

Manuel GÁNDARA *

El CD-ROM es uno de los instrumentos de aprendizaje por computadora más promisorios en la actualidad, debido a las ventajas técnicas y educativas que ofrece: es un medio ideal para distribución de materiales de apoyo y producción de materiales interactivos de aprendizaje; tiene capacidad de adaptar la profundidad de la presentación a las necesidades del usuario y de establecer ligas entre unas y otras partes de la información. Aquí se exponen las características de este instrumento para aquellas personas no especializadas en el tema.

¿Qué es el CD-ROM?¹

El CD-ROM es un disco similar al Compact Disco "disco compacto" utilizado en la música hoy en día (ver Fig. 1). Es un medio óptico de gran capacidad de almacenamiento y de bajo costo. Las siglas significan "Compact Disc-Read Only Memory".² La segunda parte del nombre hace referencia a que, de manera similar a los discos de audio, el usuario solamente puede leer la información previamente grabada -esto es, no puede grabar información nueva en ellos, como podría hacerlo en un *cassette* de audio o en un *diskette* de computadora.

Esta limitación resulta ser una ventaja para ciertos usos, dado que, a diferencia de los medios magnéticos normales (como el *cassette* o el *diskette*), es imposible borrar accidentalmente un CD-ROM. De hecho, es un medio mucho muy firme, ya que la información está físicamente escrita en la superficie del disco (véase Fig.2) mediante pequeñas perforaciones, por lo que resulta difícil que se "raye" o maltrate al estilo de un disco de vinil, como los que hasta hace poco se usaban para música, o bien, que se estire, alargue o rompa, como la cinta de un audio o *videocassette*. Tampoco sufren de los problemas asociados a los *diskettes* y discos internos de las computadoras, en donde un error o un problema de voltaje puede ocasionar que el disco se borre parcialmente o se vuelva inútil. En el lenguaje de los computólogos, un CD no puede caerse o "crashear". Por supuesto, esto no significa que los CD-ROM sean indestructibles, pero sí que son mucho más durables que otros medios.

Si el usuario no puede grabar información en un CD-ROM, ¿quién la graba? Normalmente, un "editor"; una casa especializada en la producción y distribución de CD-ROM, que puede ser al mismo tiempo la autora de los contenidos, o bien "maquilar" la fabricación del CD para un autor, sea éste una institución o una persona. El editor cuenta con el equipo para grabar los datos, que no es otra cosa que una máquina que, mediante rayos láser, convierte cada dato en una pequeña perforación (o, alternativamente, en la ausencia de una perforación), en la superficie de disco. Estas

* Director del Centro de Tecnología y Medios Educativos.

perforaciones y superficies planas permiten que el usuario final pueda leer el disco mediante un dispositivo llamado "lectora de CD-ROM" (CD-ROM *drive* véase Fig. 3), que no es otra cosa que un tocadiscos similar al de los *Compact Discs*, al que se ha añadido un cable para conectar el dispositivo a una computadora y controlarlo desde ahí. Adicionalmente, las lectoras de CD-ROM son capaces de leer la información a mayor velocidad que los tocadiscos de CD normales.

Ventajas del CD-ROM

El CD-ROM es quizá uno de los desarrollos más promisorios en el área del aprendizaje asistido por computadora. Para entender el porqué, veamos rápidamente algunas de sus ventajas técnicas, para luego concentrarnos en sus ventajas educativas.³

Capacidad de almacenamiento

Ésta es quizá la ventaja más conocida del CD-ROM. Para poderla apreciar, baste recordar que los primeros *diskettes* de microcomputadora de 5.25 pulgadas eran capaces de albergar la formidable cantidad de alrededor de 170 000 caracteres -aproximadamente 80 cuartillas, según la computadora. Los *diskettes* de 3.5 pulgadas que les siguieron tienen capacidades típicamente de 720 000 caracteres, e incluso los más poderosos apenas se acercan al millón y medio de caracteres. Los discos internos ("discos duros") normales albergan entre 40 y 80 millones de caracteres -el equivalente a poco más de 100 *diskettes* normales.⁴ El CD-ROM supera con creces a estos medios, dado que es capaz de albergar hasta 680 Mb, aunque típicamente se usan solamente 550 Mb. Esto significa que un solo CD-ROM es capaz de contener alrededor de 250 000 páginas (aproximadamente el equivalente a 500 libros de tamaño promedio). Es por ello que es factible grabar la *Enciclopedia ilustrada* de Grolier, con sus 21 tomos, incluyendo más de 1200 ilustraciones, en un solo CD-ROM, y aún sobra espacio.

Facilidad de acceso

Tener 21 tomos en el espacio de un *Compact Disc* es ya una ventaja, pero mayor ventaja es el poder acceder a esa montaña de información de una manera rápida. Mientras que buscar un dato específico en una enciclopedia normal puede significar revisar diferentes índices y volúmenes, en el CD-ROM esta búsqueda se realiza automatizadamente y a velocidad de computadora. Aunque los CD-ROM son "lentos" comparados con otros medios, son definitivamente más rápidos que la búsqueda manual. Es por ello que el número de bases de datos y colecciones de información que se publican en CD-ROM aumenta día con día.

Flexibilidad en cuanto al tipo de información contenida

Otra ventaja sobre los medios tradicionales, como el libro, es que el CD-ROM puede contener no sólo texto y gráficas (hasta 5 000 imágenes de alta resolución), sino sonido (con calidad *Compact Disc*, estéreo) y, gracias a ciertos desarrollos recientes, ahora puede contener también video en movimiento. Estos otros tipos de datos (visuales y auditivos) ocupan una considerable cantidad de espacio -de ahí que el *Compact Disc* de audio sólo contenga normalmente alrededor de 60 minutos de sonido. En el caso del video los requerimientos son aún mayores -un segmento de unos cuantos segundos puede requerir varios millones de datos, pero hoy en día, gracias a procedimientos que permiten "compactar" los datos (guardar más información, comprimida, en menos espacio), es factible

guardar segmentos breves de video en colores y con sonido. Solamente el videodisco supera en versatilidad al CD-ROM, debido a que es suficientemente rápido y grande como para permitir video en movimiento con calidad superior a la del *videotape* -aunque con un costo proporcionalmente mayor. En cualquier caso, el CD-ROM es el recurso más barato para crear productos tipo "multimedios", que incorporen texto, imágenes, video y sonido de alta calidad.

Costos

Hemos mencionado el costo. Típicamente "prensar" el disco maestro para luego reproducir CD-ROM masivamente cuesta entre 2 000 y 5 000 dólares, que es menos de lo que cuesta producir un libro de 350 páginas con ilustraciones en colores. Con este *master* se puede reproducir CD-ROM con costos típicos de 3 a 20 dólares, dependiendo del volumen que se desee prensar y según se incluyan o no materiales impresos adicionales -de hecho, cuesta más la caja de plástico en que se pone el disco que el disco en blanco. Evidentemente, a este costo habrá que sumar el de crear el contenido ("producir" el disco), lo cual puede incluir la investigación de datos y la recopilación de materiales gráficos y sonoros. Aún en el peor de los casos, producir un CD-ROM más o menos ambicioso (con mucho video en movimiento) cuesta la cuarta parte de lo que cuesta producir un *videotape* con calidad semi-profesional.

Por parte del usuario, los costos involucran el equipo necesario para acceder a la información y el costo de cada producto específico en CD-ROM que se desee tener. En cuanto al equipo, se requiere una lectora de CD-ROM, que por lo común cuestan del orden de 400 a 1000 dólares,⁵ dependiendo de la velocidad de la lectora y de otras características (como la posibilidad de usar dicha lectora para tocar discos compactos musicales normales sin tener que conectar la lectora a una computadora). Se requiere, por supuesto, de la computadora que controlará la lectora. Es recomendable que ésta cuente con un procesador medianamente rápido, y con un conector o "puerto" de un tipo llamado "SCSI", para agilizar el acceso a la información. Una computadora así puede conseguirse por un mínimo de unos 1 300 dólares o hasta 3 000 dólares, si se desea un monitor en colores y un procesador veloz (de cuando menos 16 Mhz.). En este precio se incluye el disco interno de la computadora de cuando menos 40 Mb., dado que normalmente se debe copiar algunos archivos de control del CD-ROM en el disco duro de la computadora para agilizar el acceso. Como el CD-ROM puede también tocar música de discos compactos, se necesita conectar un par de audífonos o bocinas auto amplificadas, e incluso es posible conectar la salida de audio de la lectora a un estéreo casero o profesional.

Finalmente, se requiere comprar los CD-ROM que se desee. Los precios comunes van desde 40 hasta 300 dólares, con un promedio de 80 dólares.⁶ Esto significa que se puede tener los 21 volúmenes de la *Enciclopedia* de Grollier, por ejemplo, por poco más de un millón de pesos. Existen más de un centenar de títulos disponibles, entre los que destacan discos para aprender idiomas, varios atlas y diccionarios, así como compendios de *software* gratuito o *shareware* (el usuario manda el pago sólo si va a usar el *software* con frecuencia), con más de 600 Mb. de programas.⁷

Desventajas

Como cualquier dispositivo, el CD-ROM tiene también desventajas. Se mencionó ya una: el usuario no puede grabar directamente información propia en un CD-ROM. Para ello se requiere un medio de otro tipo, como el llamado WORM (*write once, read many*), que es un CD en el que se puede grabar una sola vez y no se puede modificar luego la información; o un "disco óptico - magnético", que combina la tecnología láser del CD con una superficie magnética alterada mediante el calor del rayo láser, lo que permite grabar una y otra vez la información, tal como sucedería en un *diskette* normal. Estos otros dispositivos son considerablemente más caros, con costos promedio de

entre 1500 y 3 500 dólares por la lectora y entre 150 y 350 dólares por cada disco en blanco.

Otra desventaja es la velocidad de acceso a la información. Nos hemos acostumbrado a velocidades muy altas de acceso en nuestras microcomputadoras, típicamente del orden de los 28 milisegundos en promedio para llegar a un dato cualquiera. Las lectoras de CD-ROM son sustancialmente más lentas; por lo común tienen velocidades de acceso promedio de entre 500 y 1 500 milisegundos, aunque las más recientes (y caras) son capaces de velocidades de 350 y hasta 300 milisegundos. La lentitud del CD-ROM es particularmente crucial cuando se maneja información gráfica y de video, dado que no es posible -sin ciertos trucos adicionales- mostrar video en movimiento, que requiere un mínimo de 20 cuadros por segundo para dar la impresión de movimiento real. Para otras aplicaciones, la lentitud del CD-ROM se compensa con su extraordinaria capacidad de almacenamiento y su bajo costo, comparativamente.

Ventajas educativas

¿Cómo se traducen estas ventajas técnicas en ventajas educativas? ¿Para qué puede servir el CD ROM en educación? He aquí algunas posibilidades.

Publicación barata de materiales de apoyo

Su capacidad de almacenamiento masivo y su bajo costo hacen de éste un medio ideal para distribución de materiales de apoyo. Mientras que no todas las escuelas pueden darse el lujo de tener en sus bibliotecas muchas enciclopedias y diccionarios especializados, ahora es factible acceder a este tipo de materiales mediante CD-ROM de bajo costo. Es por ello que se ha dado impulso a la publicación de materiales de referencia de este tipo. Hoy en día es posible consultar los catálogos de las bibliotecas más importantes, o incluso el índice *del Diario de la Federación*, mediante CD-ROM producidos en México -tarea en la que ha destacado la Universidad Autónoma de Colima, en proyectos por convenio con diferentes instituciones, con el apoyo de la Subsecretaría de Educación Superior e Investigación Científica de la Secretaría de Educación Pública. Por otro lado, en el mercado extranjero existen ya multitud de diccionarios especializados, bases de datos e incluso discos con la obra completa de Shakespeare o Sir Arthur Conan Doyle, con precios inferiores a los 100 dólares.

Interactividad

Si bien esta labor de difusión de medios de apoyo y recursos de referencia es muy importante, existe otra área que ha sido menos explorada y que creemos tendrá una importancia educativa quizá mayor en el futuro: el CD-ROM es un medio ideal para la producción y distribución de materiales interactivos de aprendizaje. A diferencia de los primeros productos de lo que se llamaba "enseñanza asistida por computadora" -identificada en inglés con las siglas CAI-, en la actualidad el interés no está en productos que simplemente son la traducción a la computadora de recursos disponibles en papel. Los típicos *diffiers* o ejercitadores, en que sólo se utilizaba la computadora para aplicar exámenes de opción múltiple, han quedado ampliamente superados. Ello no significa que no sean útiles o que no hayan tenido una importancia histórica, sino simplemente que la computadora es capaz de ofrecer más si se saben usar sus posibilidades actuales. También han quedado atrás productos donde la computadora era simplemente una "pasadora de páginas" en un "libro electrónico", que se lee igual que un libro en papel, esto es, de manera secuencial, de principio a fin en un orden preestablecido.

En la actualidad contamos con posibilidades de utilizar realmente a la computadora no sólo como un recurso de enseñanza, sino, en particular, como una herramienta de aprendizaje. Si bien ambos aspectos son polos de un mismo proceso, hasta ahora los productos se han centrado en la administración de la instrucción -esto es, en el polo "enseñanza"-, y poco en el del aprendizaje. La diferencia podrá parecer sutil, pero no lo es. No es lo mismo centrar el proceso en quien enseña que en quien aprende, como claramente lo indica la polémica suscitada cuando menos desde la década de 1970. Pero poner el control en manos del que aprende es notoriamente difícil en una situación escolar, en donde la heterogeneidad de un grupo de alumnos obliga necesariamente al profesor a impartir la instrucción a un nivel promedio (o incluso por debajo del promedio) a fin de no perder la atención de los estudiantes con menos experiencia en la materia.

El libro ha sido mucho más flexible en este sentido, en particular cuando, como en el caso de los libros de texto, se incluyen glosarios que permiten a los estudiantes aprender palabras desconocidas o utilizadas en un sentido especial. Por desgracia, aun en este caso se toma siempre un nivel promedio, y las posibilidades de variar tanto la secuencia como profundidad son limitadas. El libro de instrucción programada (de herencia skinneriana) intentaba suplir este problema, pero los textos resultaban de dimensiones tales que eran prácticamente inmanejables, amén de difíciles de crear, o bien de predecir las diferentes opciones que podrían ser de interés para el usuario. Por otro lado, el libro tiene limitaciones en cuanto al tipo de información que puede contener -por lo general texto e ilustraciones de línea, ya que incluso la reproducción de fotografías en blanco y negro aumenta considerablemente el costo de producción.

El *videotape* resuelve esta limitación, incorporando de paso información sonora, pero al costo de ser un medio lineal, secuencial, en donde no es factible pasar con facilidad de un punto a otro de la cinta sin tener que ejecutarlo físicamente -lo que a la larga la daña. Por otro lado, es difícil incorporar texto de manera eficiente. Estas dificultades las resuelve el videodisco interactivo, que puede ir de un punto a otro de la información en menos de un treintavo de segundo, y que puede detenerse en un cuadro en particular sin ocasionar daños al material -lo que permite, de manera limitada, incorporar texto. Sin embargo, su costo es mucho mayor que el de] CD-ROM, cuya limitación en relación con el videodisco ya comentamos (velocidad de acceso).

Combinado con su capacidad de almacén, el CD-ROM no sólo permite al usuario acceder a las partes de] material que le interesan en el orden en que le interese, sino que puede incorporar audio y video, así como gráficas y animaciones, capaces de resolver problemas de comprensión por visualización, por ejemplo. El CD-ROM (como el videodisco) son interactivos porque permiten que sea el usuario quien controle la secuencia de presentación (obviamente, dentro de los márgenes que el productor haya impuesto). Y el material al que puede acceder es de tal tamaño que es posible incorporar no sólo glosarios, como en el libro de texto, sino múltiples apoyos al aprendizaje. Combinado con los nuevos sistemas de uso de la computadora, que se manejan de manera amigable, mediante representaciones gráficas (íconos), el CD-ROM resulta un medio interactivo ideal, en el que con sólo apretar un botón en el dispositivo conocido como "ratón" podemos pasar de una parte a otra M material, solicitar ayuda o consultar materiales de referencia.

El manejo físico del medio es simple, y se reduce a aprender a colocar y retirar los CD-ROM de la lectora y a echar a andar en la computadora el programa de control. En máquinas como la Macintosh, esto se reduce a oprimir dos veces el botón del ratón sobre el dibujo que representa el programa que se desea ejecutar. Es imposible, en sistemas como este, que el usuario obtenga mensajes de error como "archivo no encontrado" o "error de sintaxis". La operación entera está pensada para simplificar el uso y permitir que el usuario se concentre en el contenido de lo que va a aprender y no en la estructura de un arcano sistema de comandos u órdenes. Se puede contar, así, con un sistema realmente interactivo de aprendizaje.

**Posibilidad de ajustar
la profundidad
de la presentación
a las necesidades
del usuario**

Quizá la promesa crucial de este nuevo medio sea su capacidad de adaptar la profundidad de la presentación a las necesidades de quien aprende. Para ello es necesario combinar el CD-ROM con una estrategia nueva (en términos relativos) de presentación de información. Esta estrategia se llama "supertexto" (o en una transliteración del inglés, *hypertext*, hipertexto).

La idea del hipertexto consiste en poder contar con un texto que opere, idealmente, como opera nuestro cerebro y nuestra forma de aprender. Al aprender hacemos múltiples conexiones, viajando de un lado a otro de la información que tenemos almacenada en nuestro cerebro, y muchas veces relacionando por asociación cosas que no lo están físicamente de manera inmediata. Un grupo de visionarios, entre los que destaca Ted Nelson, señalaron desde la década de los cincuenta que la computadora abría la posibilidad a la creación de textos que funcionaran de esta manera y que permitieran al lector "navegar" de un lado a otro de la información contenida, estableciendo ligas" entre datos aparentemente desconectados y siguiendo rutas alternativas para acceder al conocimiento. Esta idea innovadora de *hypertext* no pudo encontrar instrumentación práctica sino en las grandes computadoras de antaño, hasta que el desarrollo de la micro computación permitió hacer una adaptación de la estrategia general para aplicarla en computadoras personales de bajo costo. La primera aplicación comercial que tuvo éxito se debe a uno de los autores de la máquina Macintosh, fabricada por Apple Computer; su nombre es Bill Atkinson, y su contribución se llama "Hyper Card".

No me ocuparé con detalle de la naturaleza y las enormes posibilidades de Hypercard;⁸ sólo me interesa destacar que este programa permite establecer el tipo de ligas y conexiones; que Nelson preveía con una gran simplicidad (no se requiere saber programar para crear hipertextos con Hyper-Card). Hyper Card permite almacenar información multimédios (texto, sonido, imagen, animación) y controlar dispositivos externos, precisamente el CD-ROM y el videodisco.

Hyper Card es relevante para el tema que tratamos aquí porque la mayoría de los productos disponibles en CD-ROM han coincidido precisamente en utilizar la estrategia de hipertexto para facilitar al usuario el acceso a la información. Por ello, por lo común el programa que controla el CD-ROM es un programa de hipertexto hecho en Hyper Card, que permite al usuario, mediante el uso de "botones" dibujados en la pantalla, seleccionar opciones y moverse con facilidad de un lado a otro de la información que contiene el CD-ROM.

De esta forma, es posible establecer ligas entre unas partes de la información y otra; y estas ligas a su vez permiten crear relaciones que no sólo son de conexión (ir de un punto a otro dentro del producto), sino que pueden representar relaciones jerárquicas, de profundidad o de inclusión. De ahí que sea entonces posible que el usuario controle, según su interés o experiencia previa en el tema, el nivel de profundidad al que requiere la información, o incluso la secuencia en la que desea recibirla. El CD-ROM, por su parte, permite incorporar recursos de apoyo (glosarios, gráficas, animaciones, sonidos) que pueden consultarse a diferentes niveles, y siempre de manera instantánea. De modo que el CD-ROM alcanza, en mi opinión, su potencial máximo al lograr lo que resulta imposible, incosteable o impráctico en otros medios de apoyo al aprendizaje.

Esto no significa, por una parte, que todos los CD-ROMs disponibles sigan esta estrategia, o que no sea factible utilizar el CD-ROM en computadoras que no sean de la marca Apple Macintosh. En cuanto al primer punto, hay productos que en realidad son más bien recursos de referencia (como el Diccionario de Webster, que incluye la pronunciación de las palabras, que el usuario puede escuchar), o son bases de datos amplias, más que recursos interactivos de aprendizaje. En cuanto al

segundo punto, es factible emplear el CD-ROM con otras computadoras, y en particular con las mal llamadas "PC -compatibles",⁹ que operan bajo el sistema operativo conocido como "MS DOS". Incluso se han introducido recientemente productos para esta plataforma, los cuales toman a HyperCard como modelo y permiten un nivel de interactividad como el que hemos señalado, utilizando el sistema gráfico "Windows 3.0". Además, muchos productos pueden ser leídos indistintamente por computadoras PC o Macintosh; se cuenta incluso con la primera computadora dedicada exclusivamente a explotar las posibilidades del CD, sin incluir siquiera un teclado -me refiero a la computadora llamada "CDTV", de Commodore. Es previsible, a juzgar por las tendencias recientes, que otros fabricantes, como Microsoft o la propia IBM, entren a este mercado con mayor decisión y compromiso financiero que el que habían establecido hasta ahora. Ello, por supuesto, no es sino en beneficio del usuario final, que podrá contar con otras alternativas. Lo que es un hecho es que la estrategia de interactividad vía hipertexto, con la intención educativa que hemos mencionado, ha sido mucho más explorada y explotada, con éxito, en la Macintosh que en otras plataformas, como puede atestiguar, en general, consultando la lista de títulos disponibles, o con ejemplos que, en mi opinión personal, constituyen un hito educativo, como el llamado "Cuarteto 14 de Beethoven", producido por Warner Media.

Un ejemplo: *Beethoven String Quartet No. 14*

Este CD-ROM bien merece un tratamiento completo aparte, mayor que el que podemos hacer aquí, no obstante, podemos destacar algunas de sus características generales, que le confieren especial importancia educativa. Tomemos como pretexto el Cuarteto de Cuerdas No. 14 de Beethoven. Los autores nos presentan no sólo un análisis musicológico detallado de la obra, sino que logran al mismo tiempo un curso completo de apreciación musical y una excelente introducción en los fundamentos de la teoría musical. Por ello, es un ejemplo paradigmático del tipo de medio de aprendizaje al que hacíamos referencia, capaz de acomodar las necesidades e intereses del usuario en diferentes niveles y secuencias.

Así, si el usuario es un neófito en la música clásica, puede optar por seguir en tiempo real el Cuarteto (con sonido con calidad CD), al mismo tiempo que se capacita en los elementos fundamentales de la apreciación musical, tomando como ilustración lo que escucha a medida que el texto y el concierto avanzan. Si el usuario está familiarizado, entonces puede optar por ver un análisis estructural básico, en tiempo real, al mismo tiempo que escucha la obra. Si sus conocimientos de música le permiten entender la armonía, entonces puede optar por ver el análisis armónico de la obra, con comentarios sobre la forma en que Beethoven revoluciona la armonía, apoyados en lo que el usuario escucha. Finalmente, si este nivel es ya insuficiente al usuario, debido a sus conocimientos de teoría musical, entonces puede estudiar el análisis arquitectónico global de la obra, apoyado en fragmentos de la propia partitura, que avanzan en tiempo real en sincronía con la música (véase Fig. 5).

Si en cualquier momento el estudiante encuentra una palabra que no entiende, y esta palabra está en *negritas*, con sólo seleccionarla accede a su definición, que en muchas ocasiones incluye ejemplos sonoros. Con frecuencia se ofrecen también referencias a términos relacionados, o a otras partes del CD-ROM que contienen información relevante; el usuario puede entonces consultar estos temas simplemente señalando el que desea, y de nuevo tener acceso a ejemplos musicales, incluso simplificados (en piano solo, o con diferentes instrumentaciones, según el caso). (Véase Fig. 3).

Pero quizá el problema no es terminológico, sino de comprensión contextual. En ese caso, el usuario puede, por ejemplo, consultar una tabla cronológica para comparar y contrastar lo que está escuchando (el *Cuarteto 14*) con obras de otras épocas y de otros autores (por ejemplo, un fragmento de La consagración de la primavera, de Stravinski, y consultar datos biográficos sobre este autor). (Véase Fig. 4).

Puede estudiar toda una sección sobre la vida y obra de Beethoven -que incluye tanto un segmento particularmente conmovedor sobre su sordera como imágenes de su niñez, su ciudad natal o sus maestros (Fig. 5)-, o bien ahondar sobre los instrumentos del *Cuarteto de cuerdas*, su evolución y sonido, o el de otros instrumentos (Fig. 6). Puede consultar un índice y glosario con cientos de entradas, o incluso varias páginas sobre bibliografía adicional.

Como alternativa, puede tomar un curso (en el orden que mejor le sirva) sobre los fundamentos de teoría musical, que suponen que el estudiante es un neófito en la música, y lo llevan de la mano en el aprendizaje de lo que es un intervalo, una melodía o la invención de la notación (Fig. 7).¹¹

En cualquier caso, dado que el programa está hecho en HyperCard, el usuario puede navegar entre cualesquiera de estos niveles, volver al punto donde inició un viaje lateral, dar marcha atrás en su camino, paso a paso, en sentido inverso, o saltar a un tema nuevo que motivó su interés. En conjunto, el programa permite, tomar no menos de 60 viajes laterales y acompañar su trayectoria con más de 250 ejemplos de sonido y música, además de comentarios hablados adicionales. Por último, puede auto evaluar su aprendizaje mediante la sección de "Examen final", en el que se presentan preguntas que involucran su capacidad auditiva y de comprensión musical o los conocimientos sobre Beethoven o sobre la teoría musical que ha adquirido durante el programa (Fig. 8).¹² Esto sólo es posible gracias a un medio como el CD-ROM, con su gran capacidad de almacenamiento y la interactividad, que le da el control al usuario vía HyperCard.

Podría pensarse que una limitación de los cursos disponibles en CD-ROM es que están en inglés, lo que limita su utilidad en un contexto de usuarios hispanohablantes. Sin embargo, la capacidad del CD-ROM hace prever que la tendencia a versiones multilingües se hará cada vez más popular. Hasta donde sabemos, esta tendencia la inició la BBC de Londres, con su *CD-ROM Ecodisc*. En este programa el usuario puede elegir, en un mapa de Europa que se presenta al inicio de la sesión, un idioma europeo entre más de media docena. En forma casi instantánea se traducen todas las pantallas, al igual que las narraciones habladas. Si bien en algunos casos las traducciones dejan algo que desear, o son muy características del español hablado en España, lo cierto es que el producto es usable en contextos iberoamericanos. Entre los idiomas disponibles están, además del español, el francés, italiano, alemán y holandés -permitiendo que este producto pueda utilizarse no sólo para enseñar ecología mediante la simulación de un parque ecológico real en Inglaterra, sino además como un instrumento auxiliar en la enseñanza de idiomas.¹³

Perspectiva a futuro

Si el CD-ROM interactivo está unido a algún programa compatible de hipertexto y multimedia, como HyperCard, ofrece un panorama muy estimulante de posibilidades nuevas. Su capacidad y flexibilidad, unidas a su bajo costo, lo hacen una opción particularmente atractiva para el desarrollo de multimedia interactivos de apoyo al aprendizaje.

Por otro lado, también se generan nuevas e interesantes preguntas, que no son sólo las más obvias, como podrían ser: ¿es este medio costeable en México? o ¿cuál sería su ubicación en el contexto escolarizado?, y a las que volveré más adelante. Me refiero a las preguntas que apuntan, por ejemplo, a cuestiones como las estrategias a seguir para que la naturaleza abierta de un programa de este tipo no resulte contraproducente. No todos los días enfrentarnos a un estudiante a 250,000 páginas de texto y esperamos que no se pierda en ellas. De hecho, existe una fascinante y creciente literatura sobre los retos que implica el evitar una "sobrecarga comunicativa",¹⁴ y del tipo de metáforas y modelos que pueden emplearse para que, si el usuario lo requiere, pueda apoyarse en su exploración del medio a través de mapas, guías y otros recursos que enriquezcan y complementen una didáctica de aprendizaje por exploración y descubrimiento.

En cuanto a las preguntas sobre la viabilidad, hay que destacar, primero, que éste es un medio que intenta cumplir las promesas de la educación continua, en el sentido de que no requiere como condición la situación escolar -aunque sí requiere, recíprocamente, que el usuario encuentre otra forma de acceso al equipo necesario. Es un ejemplo de educación a través de medios (a veces llamada "educación mediada" o "a distancia"), capaz de usarse a nivel casero. Sin embargo, ¿cuáles son sus posibilidades de apoyar a la instrucción formal, particularmente en el campo que nos interesa, la educación superior?

Nuestra propuesta es que este medio, como cualquier otro, debe estar claramente integrado al currículum (que no necesariamente al *pensum* o lista de materias) de la institución. La integración podría darse no por la incorporación de la computadora al salón de clase, en donde no sólo no se daría abasto a la demanda, que sin duda sería un elemento distractor, sino que habría que pensar en "centros de apoyo al aprendizaje", en donde el estudiante acude para complementar su formación, profundizar lo aprendido en clase o resolver tareas o proyectos específicos. De hecho, este tipo de centros de apoyo no está tan distante de aquellas instituciones que cuentan ya con laboratorios de cómputo o salas para proyectar video tapes. La infraestructura es prácticamente la misma, y las inversiones adicionales relativamente menores, por lo que estos espacios simplemente pueden hacerse multifuncionales. Otra situación se da cuando la institución pretende producir sus propios medios, en cuyo caso sí se requiere el montaje de un centro especial de multimedia, con un costo alto, aunque menor al que implica montar un pequeño estudio de televisión universitario, por ejemplo.

La idea no es suplantarse al maestro o a otros recursos de aprendizaje, como el libro de texto, sino complementarlos y apoyar su labor -aunque, evidentemente, por esta vía se proporciona al estudiante oportunidades de acceso a otras formas de aprender, incluso quizá a concepciones contradictorias con los puntos de vista oficiales o de su profesor; por ello, este medio tiene el potencial de ampliar la gama de experiencias de aprendizaje, promover la pluralidad y, en consecuencia, proporcionar una instrucción más democrática.

Las ilustraciones 1 y 2 se basan en materiales de la presentación automatizada "CD Technologies", de Discovery Systems, incluida en el CD-ROM Information Manager, de Apple Pacific (1989, Apple Computer, Cupertino). Las figuras 3 a la 10 fueron capturadas directamente del CD-ROM Beethoven: String Quartet No. 14 (1990, Warner Media, Burbank).

Este trabajo es un resultado parcial de las investigaciones que hemos venido realizando en el Centro de Tecnología y Medios Educativos, que ha sido posible gracias al patrocinio de la Dirección General de Educación Superior de la Subsecretaría de Educación Superior e Investigación Científica de la SEP, y el apoyo de nuestra institución anfitriona, la Universidad Autónoma de Baja California. Por otro lado, hemos tenido la oportunidad de contar con información técnica y acceder a productos en desarrollo, así como de adquirir experiencia de primera mano manejando estos productos, gracias al apoyo recibido del Genetec, S.A., de México, y de la sección de Educación, División Pacífico de Apple Computer.

NOTAS

1. Esta introducción está pensada para no especialistas en el tema, por lo que no supone conocimientos previos al respecto. Aquellos interesados en los detalles más técnicos o una discusión más amplia de la especificaciones de esta tecnología, pueden consultar, entre otras, las siguientes fuentes: Microsoft Press, ed. (1988), CD-ROM; The New Papyrus, Microsoft Press. Redmond; la revista CD-ROM End User, Apple Computer (1990), The Encyclopedia of Multimedia. Apple Computer. Cupertino, particularmente la sección llamada "Apple CD-ROM. Development Guide". Además de manera periódica aparecen artículos de divulgación sobre CD-ROM en revistas especializadas como MacUser, MacWorld, PCWeek y Byte. Existe una excelente introducción técnica en una presentación automatizada realizada en HypeCard,

- producida por Discovery Systems, que forma parte del CD-ROM "Apple Information Manager" de Apple Computer (1989).
2. El término y la patente original son de Phillips Aprovecho para señalar que Apple, Apple Computer, Macintosh e HyperCard son marcas registradas por Apple Computer, PC, XT y AT son marcas registradas por IBM.
 3. Una excelente introducción a las nuevas posibilidades de aprendizaje asistido por computadora es la de Apple Computer (1989), *The Apple Guide to Courseware Authoring*. Apple Computer. Cupertino.
 4. La capacidad de almacenamiento se mide en "Megabytes" (abreviado generalmente: "Mega"). Un Mega equivale 1,024,000 bytes o unidades de información, que en general podemos considerar equivalentes a un carácter (una letra, espacio o signo). Así, un disco "poderoso" de 200 Mb. albergaría aproximadamente 200 millones de caracteres. Una cuartilla normal puede ocupar entre 2 000 y 4 000 caracteres, por lo que un disco de 200 megas puede albergar entre 50 mil y 100 mil cuartillas.
 5. The Bureau of Electronic Publishing (1990) CD-ROM Product Guide, Fall 1990. The Bureau of Electronic Publishing. Parsippany.
 6. Fducorp (1990), *Educorp Software Encyclopedía*. 9th. Edition. Educorp, Solana Beach.
 7. *Ibid.* Otro distribuidor/productor importante es Wayzata Technology. Véase Wayzata Technology (1991), *Macintosh CD-ROM Catalog*, Winter 1991. Prior Lake.
 8. Pero el lector puede consultar, entre otras, las siguientes fuentes: Bill Atkinson, en entrevista a Peter Olivieri, en P. Olivieri (1988), "A Conversation with Bill Atkinson", en *Wheels for the Mind*, vol. 4. núm. 3, pp: 2-7.; Danny Goodman (1990), *The Complete Hypercard Handbook* New York Bantam; Schaffer, Dan. *Hypertalk Programming*. Hayden; Books; y, por supuesto, la excelente documentación que viene con la versión de desarrolladores que Claris distribuye: Claris (1991), *HyperCard 2.0 Developers Kit*, Cupertino. En cuanto a las aplicaciones educativas de HyperCard, una buena síntesis se puede encontrar en S. A. Ambron y K. Hooper, eds. (1989), *Learning With Multimedia*. Microsoft Press, Redmond. Existe una compañía, Intellimation, que publica un catálogo extenso de aplicaciones educativas, muchas de ellas basadas en HyperCard: Intellimation (1991), *Intellimation Library for The Macintosh*. Sta. Barbara.
 9. En rigor, "PC" hace referencia a una marca registrada, la IBM PC original, que tenía un procesador Intel 8086. En consecuencia, una PC-compatible lo sería con ese modelo, descontinuado hace años. La mayoría de las computadoras "compatibles" que hay en México son en realidad compatibles con el modelo que siguió a la PC, la "XT", o bien con la que siguió a ésta (la "AT", que usa el procesador 80286). Lo que estas computadoras -y las nuevas, con el procesador Intel 80386 o el 80486- tienen en común es el utilizar el sistema operativo conocido como Microsoft Disk Operating System, o "MS-DOS", fabricado por Microsoft y actualmente en su versión 5.01.
 10. Opus 131, interpretado por el Cuarteto Vermeer (c1990), Warner Audio Notes/Warner Media; la ejecución (1987) Teldec Records. El análisis es de Cynthia Woll y la producción de Donna Cohen. Precio de descuento; 50 dls. Requiere una Macintosh Plus o mayor, y cuando menos 5 Mb de espacio en disco duro; HyperCard 1.2.2. y sistema operativo 6.02 o posterior.
 11. Que por cierto me permitió por primera vez escuchar y ver la partitura del Himno a San Juan, en que Guido D'Arezzo introduce los nombres modernos de las notas. Sobre esto me habían contado desde la escuela primaria, pero nunca tuve acceso a la obra en el salón de clase.
 12. ¡Puede incluso, si así lo desea, conocer el currículum de los miembros del Cuarteto Vermeer, o enterarse de otros productos de la serie Audio notes, que incluyen anticipos musicales y gráficos de dichos productos!.
 13. BBC Interactive Televisión Unit (1989), *Ecpdosc ESM*, London.
 14. S.A. Ambron y K. Hooper, eds. (1989), *Learning With Multimedia*. Redmond, Microsoft Presa; Martín Greenberg, ed. (1990), *On Multimedia*. Santa Mónica, Voyager Company. Particularmente el cap. "Education", pp. 51-76.

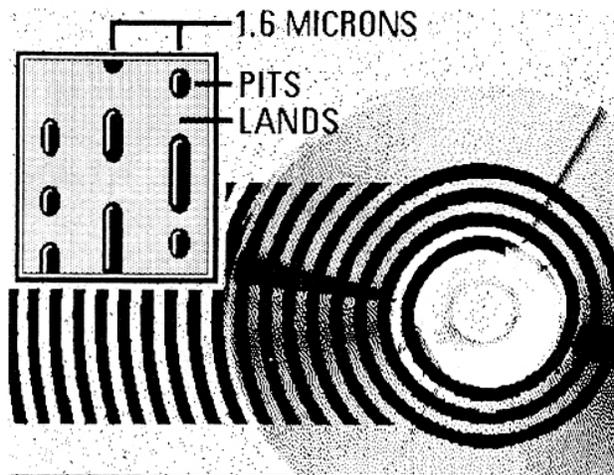


Fig. 1. El CD-ROM es simplemente un “disco compacto” (*compact disc*) en el que además de sonido pueden almacenarse textos, imágenes e incluso video en movimiento. El disco está compuesto de una pista o track espiral, dividido en cuadros que contienen pequeñas perforaciones o superficies planas que ocasionan que el rayo láser de la lectora se refleja de manera diferente según cae sobre éstas.

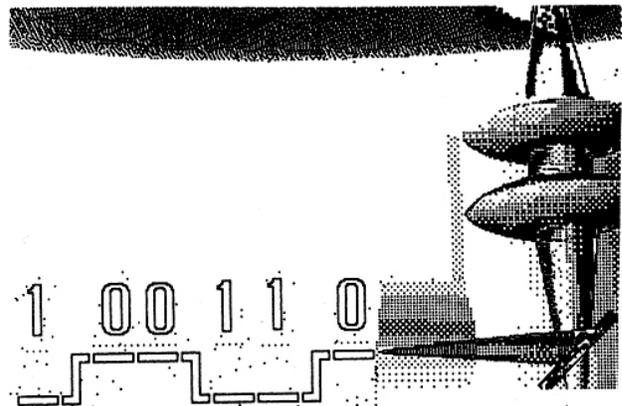


Fig. 2. El CD-ROM es un disco hecho de policarbonato, cubierto con aluminio, para darle su carácter reflejante, y luego protegido por una capa plástica. Cuando el disco maestro es grabado, se perfora la superficie de forma tal que las perforaciones y partes planas correspondan a los unos y ceros en los que previamente se ha convertido la información. Cuando el disco es leído la información es traducida por la computadora y vuelta a convertir en texto, imagen o sonido.

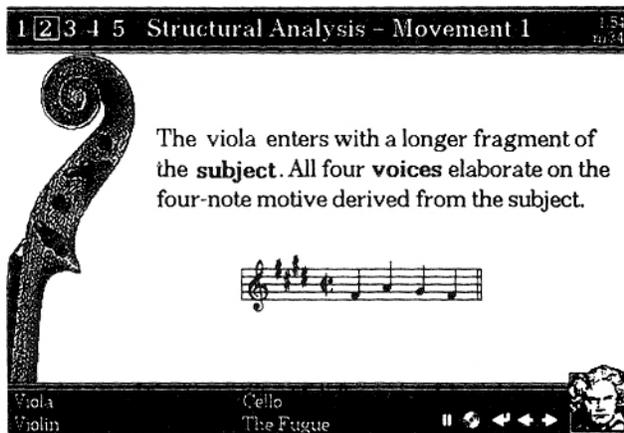


Fig. 3. Una pantalla típica de “Beethoven: 14 th Quartet”, de Warner Media. En este caso se muestra el análisis estructural, un segmento del Primer Movimiento del Cuarteto. En la parte inferior de la pantalla se aprecian “viajes laterales” que el usuario puede tomar, por ejemplo, profundizar sobre la fuga o sobre el violín o la viola. El icono de Beethoven devuelve al usuario al menú principal. Los controles tipo casetera inmediatamente a su izquierda son para avanzar o retroceder hacia las pantallas (“tarjetas”) adyacentes. El icono del CD-ROM hace aparecer los controles manuales de la lectora de discos.

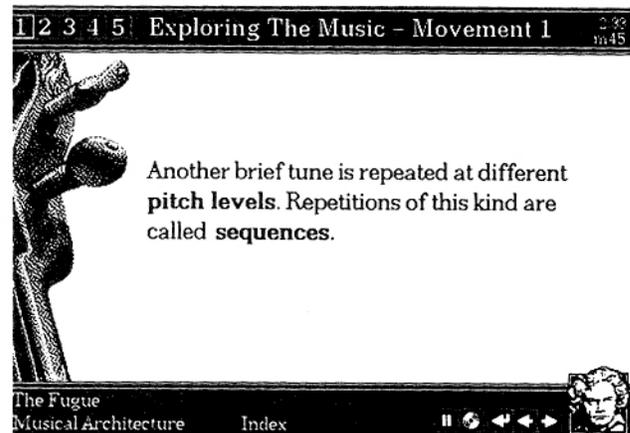


Fig. 4. Pantalla del módulo introductorio a la apreciación musical. Las palabras en negritas conducen, mediante “ligas” de hipertexto, a sus definiciones. En este caso, el usuario puede pedir la definición de los términos “niveles de altura” y “secuencias”; puede también llegar a un índice general de términos, opción señalada en la parte inferior de la pantalla.

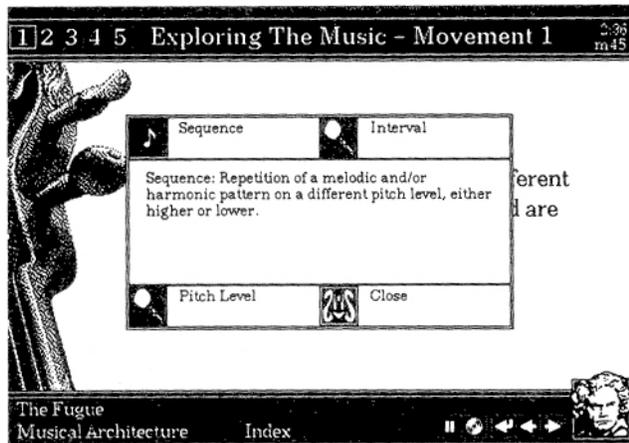


Fig. 5. En este caso, la palabra “secuencia”, señalada en negritas en la figura anterior, ha sido seleccionada, lo que lleva a la definición que se muestra en esta página. El usuario puede elegir entre escuchar un ejemplo simplificado de secuencia o viajar hasta secciones que ilustran lo que es un intervalo o un nivel de altura, o bien cerrar la definición y continuar el análisis.

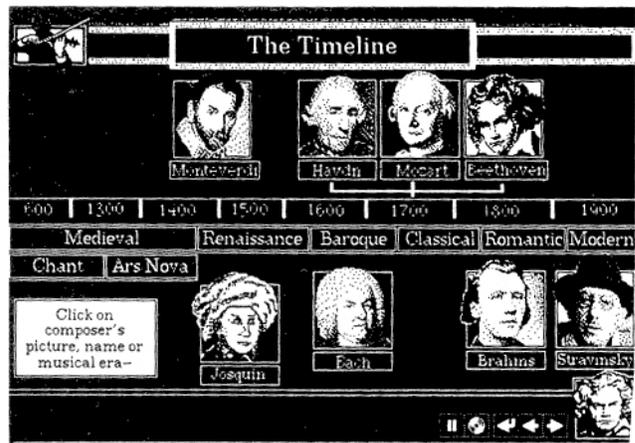


Fig. 6. La “línea de tiempo” permite tener una idea inmediata de la ubicación de las etapas más importantes en la historia de la música occidental, con ejemplos de autores representativos. Cada palabra e imagen es un “botón” o “área caliente” de hipertexto que, al ser seleccionada por el usuario, lo lleva de inmediato a un “viaje lateral” en el que puede investigar la biografía del compositor, y en muchos casos escuchar segmentos breves de obras representativas.

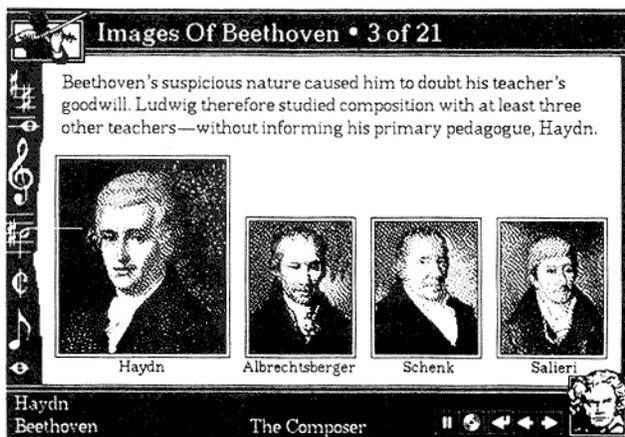


Fig. 7. De la sección “Imágenes de Beethoven” del módulo sobre la biografía del compositor. En este caso se ilustran mediante digitalización retratos de sus maestros. Es factible tomar un “viaje lateral” y profundizar sobre Haydn, autor al que también se puede llegar desde la “línea del tiempo”, ilustrada en la Fig. 6.

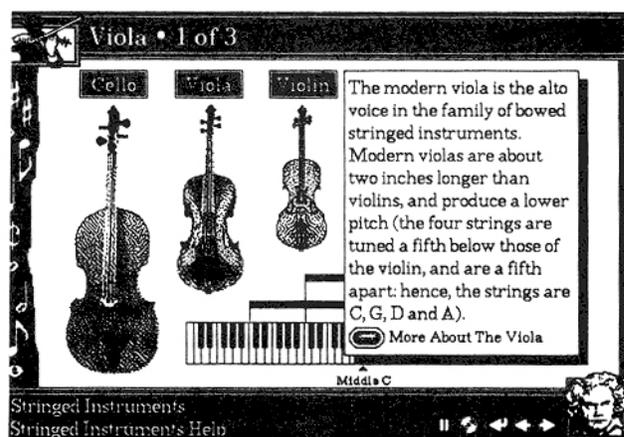


Fig. 8. Uno de los viajes laterales que aparecía en la Fig. 3 permite al usuario profundizar sobre la viola. De ahí puede continuar hacia la familia de las cuerdas, oír ejemplos o regresar al análisis desde el punto en que salió hacia esta tarjeta (mediante la flecha de “regresar”, que aparece junto al icono del CD-ROM, en la parte inferior de la pantalla).

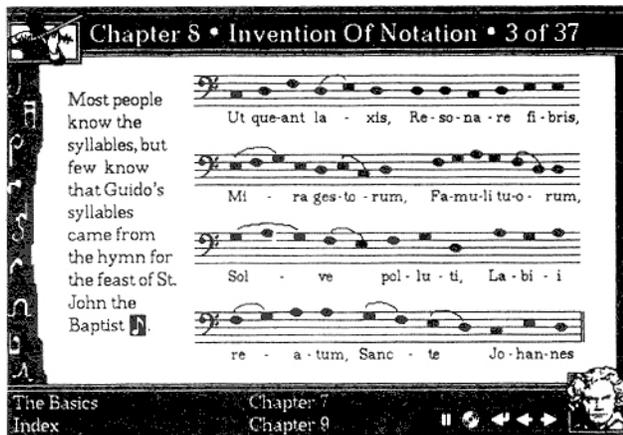


Fig. 9. Una de las 37 “tarjetas” o pantallas del capítulo 8 “La invención de la notación”, dentro del curso introductorio a la teoría musical. En este caso ilustra el famoso Himno a San Juan, en él Guido d’Arezzo bautizó las notas. El icono de una nota de un octavo indica que se cuenta con un ejemplo sonoro, que puede ser tocado simplemente al seleccionarlo.

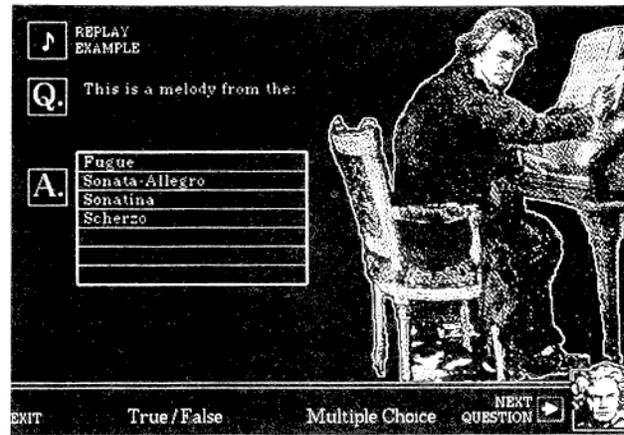


Fig. 10. Un ejemplo del módulo de auto evaluación. En este caso se trata de una pregunta “sonora”: el icono de la nota permite escuchar el segmento sobre el que trata la pregunta. En la parte inferior de la tarjeta aparecen las opciones para los otros dos tipos de preguntas (falso/verdadero y opción múltiple), y para avanzar a la pregunta siguiente. La computadora proporciona retroalimentación inmediata y lleva la cuenta de los aciertos y errores.