



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

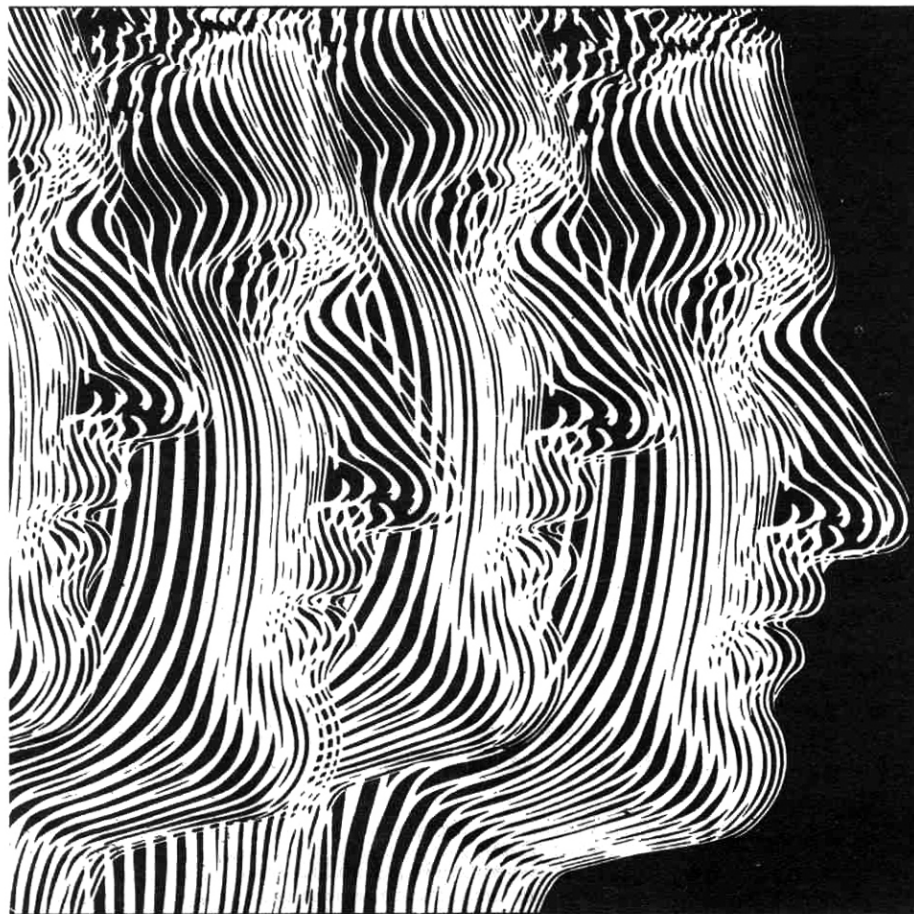
**PERFILES
EDUCATIVOS**

ISSN 0185-2698

Méndez Martines, Jorge (1979)
“USOS DE LA COMPUTADORA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR”
en Perfiles Educativos, No. 5 pp. 23-36.

Usos de la computadora en la educación superior

Jorge MENDEZ MARTINEZ *



El uso de la computación se ha extendido considerablemente, tanto en el dominio de la administración y de los negocios como en el de las aplicaciones de la investigación científica y en el de la ingeniería. Sin embargo, a pesar de que existen algunas aplicaciones directas de la computación en el terreno de la educación, éstas no han recibido la difusión debida, sobre todo en lo que concierne al proceso de enseñanza-aprendizaje.

El propósito central de este escrito es mostrar las modalidades de la utilización de la computadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje, con el objeto de que las instituciones de enseñanza superior puedan apreciar la utilidad de la computadora en el campo de la educación. Abonamos la esperanza también de que la información que contenga este escrito, sea de utilidad, en un momento dado, a las personas que se interesen en utilizar la computadora como recurso didáctico.

* Profesor e investigador del CISE.

Antes de introducirnos de lleno en el uso de la computadora, explicaremos de manera muy breve la relación entre las computadoras y las máquinas de enseñanza, para explicar más adelante, **grosso modo**, una serie de conceptos básicos necesarios para entender debidamente las descripciones ulteriores.

Máquinas de enseñanza y computadoras

En la literatura sobre educación, Sidney Pressey es reconocido generalmente como el pionero de las máquinas de enseñanza.¹ En la década de los años veinte, Pressey diseñó varias máquinas con el propósito inicial de examinar a sus alumnos. Estas máquinas, semejantes a una sumadora mecánica, presentaban una serie de preguntas de elección múltiple. Para responder, el alumno presionaba un botón y, si la respuesta era correcta, se presentaba la siguiente pregunta; si se equivocaba, el error era registrado y el alumno continuaba eligiendo hasta dar con la respuesta correcta. Pressey se dio cuenta oportunamente que un aparato semejante, hacía algo más que examinar al estudiante: también le enseñaba.² El aparato de Pressey no tuvo la acogida esperada por él, en parte debido a la inercia cultural de esa época y, además, a que no contaba con el respaldo de una teoría del aprendizaje.

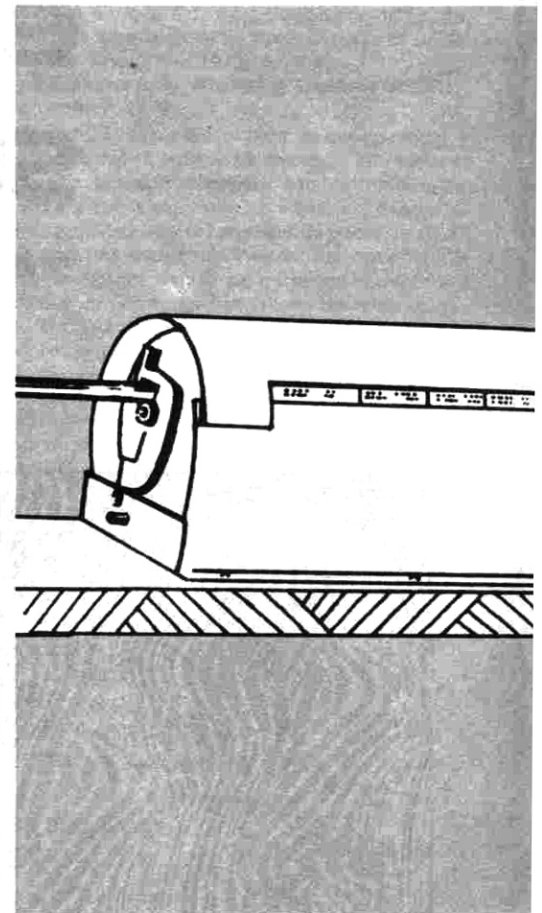
Fue hasta finales de los años cincuenta cuando las máquinas fueron objeto de una mejor acogida, a resultas de

los escritos e investigaciones de B.F. Skinner, quien establece las bases de la enseñanza programada, que presenta las siguientes características esenciales:

- La enseñanza es principalmente en forma individual.
- El material a estudiar es descompuesto en segmentos, generalmente cortos, llamados "cuadros".
- El estudiante avanza a través del material de estudio respondiendo continuamente, es decir, siempre se halla en actividad.
- Hay verificación de las respuestas.
- El estudiante avanza de acuerdo con su propio paso.

El material de estudio que contiene estas características constituye lo que llamamos programa,* mismo que, al ser presentado a través de un libro, da lugar a los textos programados. Un programa puede ser presentado también recurriendo a una máquina, lo que da origen a su vez a las máquinas de enseñanza. Como se puede ver, la enseñanza programada está estrechamente ligada a las máquinas de enseñanza, de manera que no se puede hablar de éstas sin hacer alusión a aquélla. Ciertamente, el nombre de tales aparatos debería ser el de "máquinas de enseñanza programada", pero suele abreviarse como "máquinas de enseñanza".

Si tomamos a la máquina como un medio, es posible hablar de varios



modelos sin que haya un tipo estándar,³ cuya diversidad depende de muchos factores, por ejemplo, de los recursos económicos y materiales. Así, encontramos que existen desde máquinas tan simples que sólo necesitan un rollo de papel impreso y no requieren de electricidad, hasta máquinas electrónicas que funcionan automáticamente.

1. Stolurow y Davis (1965) mencionan 2 casos anteriores, en 1866 y en 1958, respectivamente.

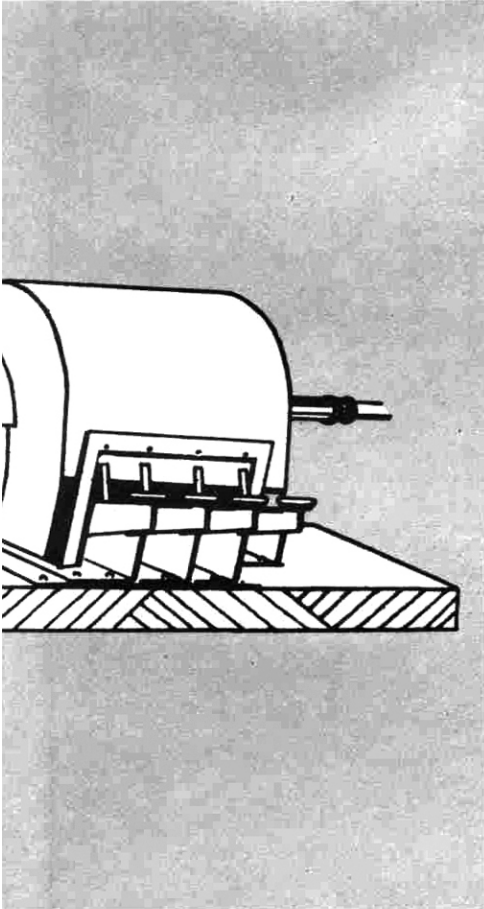
2. Pressey, S.L. "A simple apparatus which gives tests and scores and teaches". *School and Society*, 1926, 23, pp.373-376.

* En el campo de la computación, el concepto de "programa" tiene otro significado, el cual será explicado más adelante.

3. Para ver los distintos modelos, véase el libro de Fry, E. *Teaching machines and programmed instruction*. New York: McGraw-Hill, 1963.

precedentes, al grado que se ganaría un lugar para sí sola, no sólo como medio para la enseñanza programada, sino que, además, podría efectuar otras muchas funciones educativas, de ahí que pueda afirmarse que una computadora, en el campo de la educación, no es únicamente una máquina de enseñanza.

Vale la pena aclarar que, al igual que la enseñanza programada, la intervención de la computadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje tiene lugar también dentro del campo de la enseñanza individualizada.⁵ Es fácil comprender la razón de esto, ya que los dispositivos electromecánicos de la computadora se manejan individualmente, como en el caso de la utilización de terminales de pantalla de rayos catódicos.

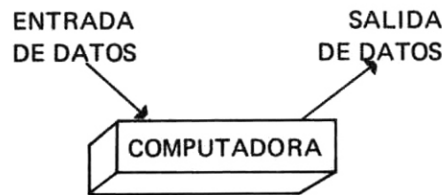


En este punto, aparecen en escena las computadoras, según lo previó Stolurow, cuando señalaba que "... al otro extremo del futuro de las máquinas de enseñanza, (...) estarán los sistemas por computadora..." (p. 520).⁴ Tal como podía esperarse, la potencialidad de la computadora como recurso didáctico ha rebasado la de las máquinas

Conceptos básicos

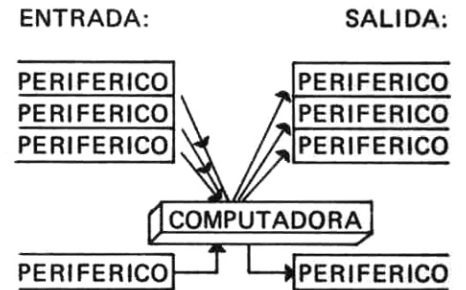
Existen dos tipos de computadora: la digital y la analógica. La primera realiza operaciones aritméticas y lógicas; la segunda, por su parte, soluciona problemas estableciendo alguna analogía física entre el sistema de la computadora y el sistema estudiado, donde la función principal es la de medir o controlar.* Las computadoras digitales son las de mayor uso hoy día, razón por la cual las descripciones siguientes se refieren principalmente a éstas.

El modo más sencillo de representar la computadora es como una caja, en la cual vemos que pueden entrar y salir datos.



Los datos e instrucciones iniciales suministrados a la computadora constituyen lo que se conoce como entrada (input), y al conjunto de los datos resul-

tantes se le denomina salida (output). En la mayoría de los casos, los datos no pueden ser "leídos" por la computadora en su forma original, por ejemplo en un listado manuscrito en una hoja de papel común y corriente, razón por la que deben registrarse los datos de entrada en alguna forma sensible para la máquina, en tarjetas por ejemplo. Respecto a los datos de entrada, éstos alimentan la computadora mediante equipos periféricos conectados a ella; de igual modo, los datos de salida se reciben a través de dispositivos periféricos. Observemos cómo quedaría representado esto:



Algunos ejemplos de dispositivos periféricos son la lectora de tarjetas, la terminal de máquina de escribir, el teletipo, la terminal de tubo de rayos catódicos (que tiene una pantalla similar a la de una televisión), las impresoras, etc. En cuanto a la manera de hacer peticiones a la máquina, éstas se hacen a través de instrucciones perfectamente definidas, las cuales indicarán a la máquina, paso a paso, las operaciones que debe efectuar. Este conjunto de instrucciones constituye el programa.

La comunicación con la computadora se realiza a través de lenguajes especiales, cuya elección dependerá de las necesidades y características de la información. Algunos de los lenguajes de programación que podemos mencionar son los siguientes: COBOL, ALGOL, FORTRAN, PL/1 y BASIC. Los aspectos referentes a los programas y los lenguajes de programación constituyen el software; por otra parte, la estructura

4. Stolurow, L.M. "Implications of current research and future trends". *Journal of Educational Research*, 1962, 55, pp. 519-527.
 5. Cf. Klaus, D.J. *Técnicas de individualización e innovación de la enseñanza*. México: Editorial Trillas, 1972.
 * Actualmente la distinción entre ambos tipos, de acuerdo con sus funciones, no es muy estricta. Una computadora digital puede, por ejemplo, efectuar funciones de control.

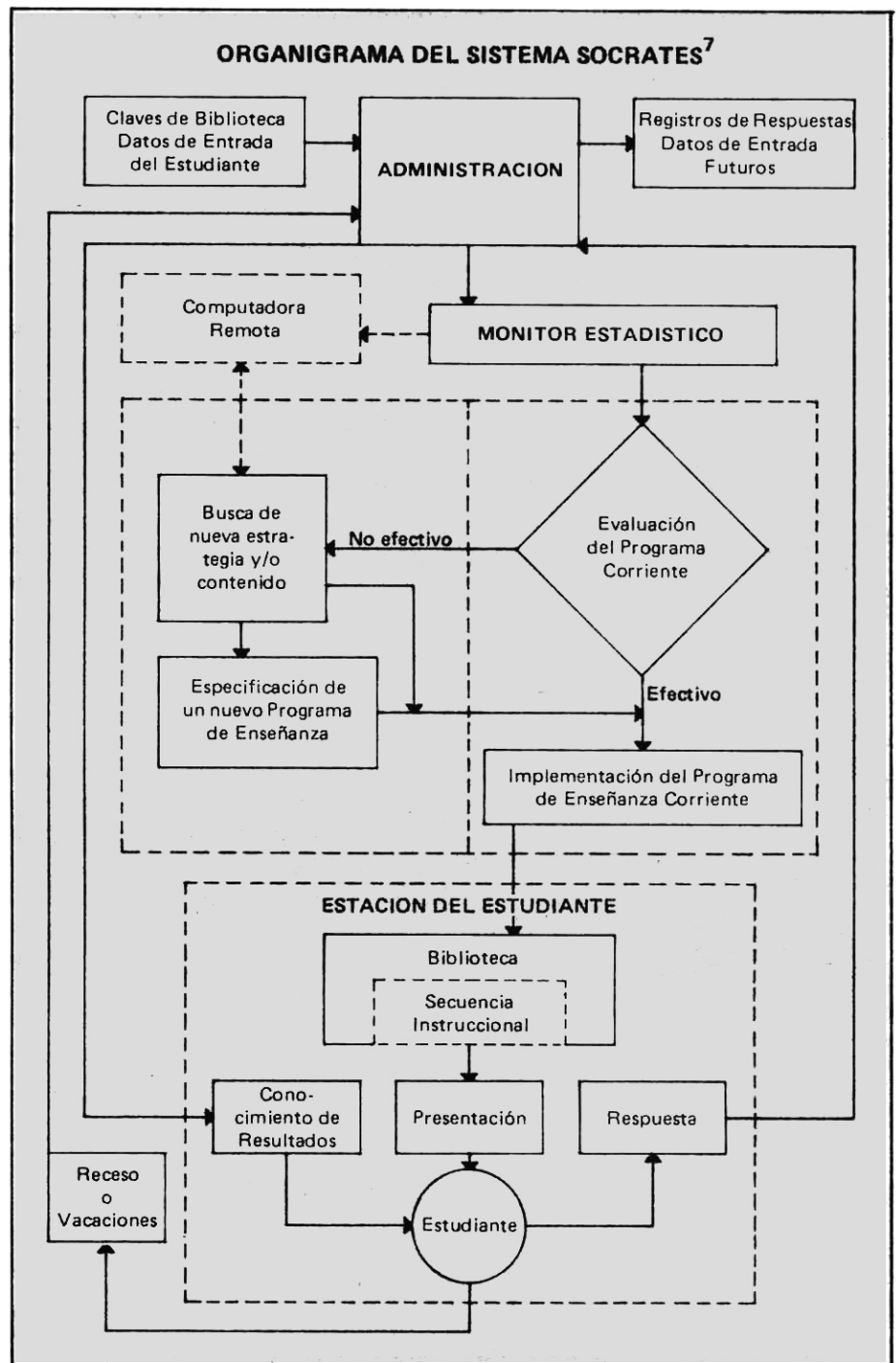
física corresponde al **hardware**, el cual incluye todas las partes mecánicas, electrónicas y electromecánicas.

Entre las características que distinguen a las computadoras de otros instrumentos de cálculo, pueden mencionarse tres de las más notables. La primera se refiere a la rapidez, ya que algunas de estas máquinas pueden efectuar, por ejemplo, un millón de operaciones en el tiempo que una persona promedio tardaría en leer esta oración. La segunda característica se refiere a la precisión de los resultados, pues es de suponerse que la computadora no ha de equivocarse al efectuar un cálculo. La tercera característica se refiere a su capacidad de manejar y almacenar grandes cantidades de datos (así, por ejemplo, los datos referentes a un censo de la población). A partir de estas características, es posible darse cuenta de la gran ayuda que puede prestar una computadora en los diversos campos, incluyendo el educativo.

Enseñanza auxiliada por computadora

Teniendo como antecedente directo las máquinas de enseñanza, los primeros usos de la computadora en el campo educativo incluyen la creación de la máquina denominada SAKI, controlada por computadora, cuyo objetivo era enseñar el manejo de un tablero de diez teclas.⁶ Sin embargo, este uso aislado de la computadora es muy elemental y no corresponde aún a lo que se conocerá después como Enseñanza Auxiliada por Computadora (EAC), la cual se presenta no aisladamente, como es el caso de SAKI, sino dentro de un sistema de mayor alcance y complejidad.

El primer programa de enseñanza auxiliada por computadora se desarrolló en el Centro de Investigación de la IBM, al final de los años cincuenta, como parte de un proyecto de investigación sobre memoria y aprendizaje, con el objeto de simular una máquina de enseñanza en una computadora. Este experimento puso de relieve los beneficios potenciales de la computadora como una máquina de enseñanza más flexible. Más ade-



lante, se vio la necesidad de planear con mayor detalle el uso de la computadora con base en un sistema más organizado. De estos sistemas, los más conocidos son el sistema PLATO (Programmed Logic for Automatic Teaching Operations) y el denominado SOCRATES (System for Organizing Content to Review and Teach Educational Subject). Del segun-

do presentamos un diagrama descriptivo con el objeto de ilustrar cómo se conforma un sistema.

También existen diversas modalidades de empleo de la computadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Cada una de ellas será descrita enseguida, dándose, además, un ejemplo que señala los resultados y materias de estudio don-

6. Para mayor información, véase: Pask, G. "Electronic Keyboard Teaching Machines". En Lumsdaine, A.A. y Glaser, R. **Teaching Machines and Programmed Learning: A Source Book**, Washington, D.C.; NEA, 1960, pp. 336-348.

7. Stolurou, L.M. y Davis, D. "Teaching Machines and computer based systems". En R. Glaser (Ed.) **Teaching machines and programmed learning, II: Data and directions**. U.S.A. Department of AV Instruction, NEA, 1965, pp. 162-212.

de se puede aplicar. Dichas modalidades son las siguientes:

1. Tutorial
2. Ejercicio y práctica
3. Interrogación
4. Dialogal
5. Solución de problemas
6. Simulación
7. Juegos

Tutorial

Esta modalidad se puede desarrollar de dos maneras. La primera, y más sencilla, se despliega en una serie lineal de preguntas, donde la misma secuencia es presentada a cada alumno: la computadora, por otra parte, le informa al alumno si su respuesta es correcta o equivocada. La segunda manera, más compleja, contiene varias secuencias distintas, donde el estudiante puede desviarse de la secuencia principal hacia secuencias de repaso o de enriquecimiento. Esta segunda manera constituye la modalidad tutorial por excelencia, ya que aprovecha ampliamente las facilidades de la máquina, que permiten seguir secuencias ramificadas más complejas que las de los textos programados y/o las máquinas de enseñanza convencionales. Para emprender una nueva etapa de una materia, la computadora puede tomar en cuenta todas o algunas de las siguientes características del alumno, que han sido almacenadas previamente en la memoria:

- puntajes en pruebas de personalidad
- nivel de estudios

- calificaciones anteriores
- puntajes en pruebas de inteligencia

Por otra parte, con vistas al avance del alumno en una sesión de trabajo, pueden considerarse las siguientes características de ejecución:

- latencia* de la respuesta
- errores en respuestas anteriores
- errores de teclado
- tiempo de teclado

La presentación de las preguntas o problemas puede realizarse a través de una terminal con pantalla de rayos catódicos, con el alumno respondiendo por medio del teclado. A continuación, se muestra como ejemplo un segmento con el que se trata de enseñar al estudiante tres tipos de relaciones estadísticas; con la "C" se indica lo presentado por la computadora y con la "R" las respuestas del alumno.

C. Los coeficientes de correlación positivos muestran una relación directa entre 2 variables; los coeficientes negativos, una relación inversa, y los coeficientes de cero, no revelan relación alguna. Examine los siguientes datos y escriba el tipo de correlación mostrada.

Nombre	Altura	Peso
Juan	1.50	43
Ana	1.70	60
Mario	1.45	42
Rosa	1.80	71

R. Es una correlación negativa

C. Incorrecto, trate otra vez

R. Es una correlación de cero

C. Incorrecto

(Debido a que se produjeron dos equivocaciones, la computadora remite al estudiante a una explicación adicional).

C. Presentamos aquí una explicación adicional de los coeficientes de correlación. En una correlación positiva, cuando una variable se incrementa, la segunda se incrementa también. En una correlación negativa sucede lo contrario. Ahora vea estos datos y determine de qué tipo de correlación se trata.

Nombre	CI	Puntaje de prueba
Carlos	100	21
Javier	94	18
Luis	110	28
Jorge	82	14

R. Es una correlación positiva

C. Correcto. Veamos ahora algunos problemas más

En el Colegio Darmouth se ha aplicado, a pequeña escala, siguiendo el modo tutorial, un programa sobre climatología y, a gran escala, en la Universidad del Estado de Florida, otro programa sobre Física introductoria, con resultados satisfactorios en ambos casos.⁸ Quizá el ejemplo más citado sea el de la Universidad de

* Tiempo que hay entre la presentación del estímulo (la pregunta en este caso) y la respuesta.

8. Hotland, W.B. y Hawkins, M.L. "Technology of computer uses in instruction". En R.E. Levien (Ed.). *The emerging Technology*, New York: McGraw-Hill, 1972, pp. 327-401.

Stanford, con los programas de aritmética⁹ y sobre la enseñanza del ruso.¹⁰

La limitación principal de esta modalidad radica en la ardua tarea que supone la preparación de extensas secuencias ramificadas, razón por la que esta modalidad está limitada a segmentos cortos de enseñanza combinados, preferentemente, con otros métodos. Se recomienda su uso en materias que implican problemas matemáticos y/o lógicos.

Ejercicio y práctica

El supuesto básico de esta modalidad consiste en que los conceptos son presentados y desarrollados primeramente por el profesor en el aula. Después, a través de una terminal, se desarrollan prácticas intensivas con ejercicios repetitivos. El tiempo que dura una sesión, así como el número y grado de complejidad de los ejercicios, varían de acuerdo con la latencia y con el número de respuestas correctas previas. Esta modalidad se ha usado en la enseñanza de aritmética en Stanford; se ha aplicado asimismo en Darmouth en la enseñanza del español y, en Texas, en la enseñanza del chino, del alemán y de tópicos de estadística. Aparece enseguida un ejemplo* de hoja impresa por computadora con una serie de ejercicios:¹¹

MECANOGRAFIE SU NOMBRE

JAVIER MEDINA

EJERCICIO 45B

$$(42 + 63)/7 = (42/7) + (63/7)$$

$$48 - 38 = 38 - 48$$

ESTA EQUIVOCADO

$$48 - 38 = 38 - 4$$

ESTA EQUIVOCADO,
LA RESPUESTA ES 28

$$48 - 38 = 38 - 28$$

$$76 - (26 - 10) = (76 - 26) + 10$$

$$4x(7 + 13) = (4x7) + (4x13)$$

$$(90/10)/3 = 90 / (10x3)$$

$$(72/9)/4 = 72 / (9x4)$$

$$(54 + 18)/6 = (54/6) + (18/6)$$

TIEMPO EXCEDIDO

$$(54 + 18)/6 = (54/6) + (18/6)$$

$$60 - (19 - 12) = (60 - 19) + 12$$

$$(63/7) + (56/7) = (63 + 56) / 7$$

ESTA EQUIVOCADO

$$(63/7) + (56/7) = (63 + 56) / 7$$

AQUI TERMINA EL EJERCICIO 45B

	NUMERO	PORCENTAJE
CORRECTAS	13	81
EQUIVOCADAS	2	12
CON TIEMPO EXCEDIDO	1	6
CORRECTO EN ESTE EJERCICIO:		81%
CORRECTO HASTA LA FECHA:		59%
ADIOS, JAVIER		

Por su sencillez, esta modalidad es combinada también con alguna de las restantes; así, por ejemplo, la modalidad tutorial, aun cuando ha sido aplicada generalmente en niveles de educación elemental, tiene un vasto campo de aplicación en niveles superiores. Se recomienda su uso en la enseñanza de idiomas y matemáticas, así como en Geografía y Biología.

Interrogación

En esta modalidad se pide al estudiante resolver un problema o contestar una pregunta, interrogándolo a partir de la información almacenada previamente y dejando a su criterio la decisión acerca de la información a emplear. Aquí no se intenta guiar al estudiante a la respuesta o la conclusión debida. Esta modalidad suele llamarse también de recuperación de la

información. Un ejemplo de su aplicación tuvo lugar en la Universidad John Hopkins, con el proyecto DATALAB, con el que se intentaba enseñar a los estudiantes el análisis de los datos en el campo de la sociología. Con el DATALAB, el estudiante puede generar hipótesis explicativas según los datos que solicite. Otra interesante aplicación del modo de interrogación se efectuó en la Universidad de Carnegie-Mellon, en relación con las actitudes y las acciones del Congreso de los Estados Unidos durante la etapa jacksoniana, y en la cual el estudiante podía solicitar a la computadora datos biográficos, legislativos o de votaciones de los 936 congresistas. Una vez provisto de estos datos el estudiante observaba un tele-tipo "en línea",* a modo de verificar y/o corregir sus hipótesis. La ilustración de un segmento de esta modalidad podría hacerse como sigue:

9. Suppes, P. "The uses of computer in education". *Scientific American*, 1966, Vol. 215, 3, pp. 206-220.

10. Atkinson, B.C. "Computerized instruction and the instructional process" En R.C. Atkinson y H.A. Wilson (Eds.) *Computer-Assisted Instruction: A book of readings*, New York: Academic Press, 1969, pp. 143-165.

* En el ejemplo, toda la información es presentada por la máquina y las respuestas del alumno son los números subrayados.

11. Adaptado de Klaus, D.N., *op. cit.*, p. 23.

* Conectado a la computadora.

- C. ESCRIBA SU NOMBRE
 R. ALBERTO ISLAS
- C. ¿QUE UNIDAD DE ENSEÑANZA DESEA ESTUDIAR?
 R. ANALISIS ESTADISTICO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL DE 2 GRUPOS
- C. ¿QUE SUBTOPICO DESEA VER?
 R. PRUEBA t
- C. BIEN. LEA LO SIGUIENTE Y PIDA LOS DATOS NECESARIOS
 EN UN EXPERIMENTO SE EXTRAJO EL RNA A RATAS ENTRENADAS PARA APROXIMARSE A UN RECIPIENTE DE COMIDA AL OIR UN CLIC.
 EL RNA SE EXTRAJO A OTRAS TANTAS RATAS NO ENTRENADAS.
 EL RNA DE ESTOS 2 GRUPOS SE INYECTO EN 2 GRUPOS NUEVOS (EXPERIMENTAL Y CONTROL)
- R. ¿CUAL ES LA HIPOTESIS?
 C. QUE EL EFECTO DE RETENCION DE MEMORIA PODRIA HABER PASADO POR MEDIO DEL RNA, ES DECIR, QUE LAS RATAS A LAS QUE SE LES INYECTO RNA DE RATAS ENTRENADAS, DEBIAN APROXIMARSE CON MAS FRECUENCIA AL RECIPIENTE.
- R. SOLICITO LOS SIGUIENTES DATOS:
 NUMERO DE SUJETOS EN CADA GRUPO.
 LAS MEDIDAS DE CADA GRUPO, SEGUN EL NUMERO DE APROXIMACIONES.
- C. NUMERO DE SUJETOS EN EL GRUPO EXP. = 7
 NUMERO DE SUJETOS EN EL GRUPO CONTROL = 8
 MEDIA GRUPO EXP. = 6.86
 MEDIA GRUPO CONTROL = 1.00

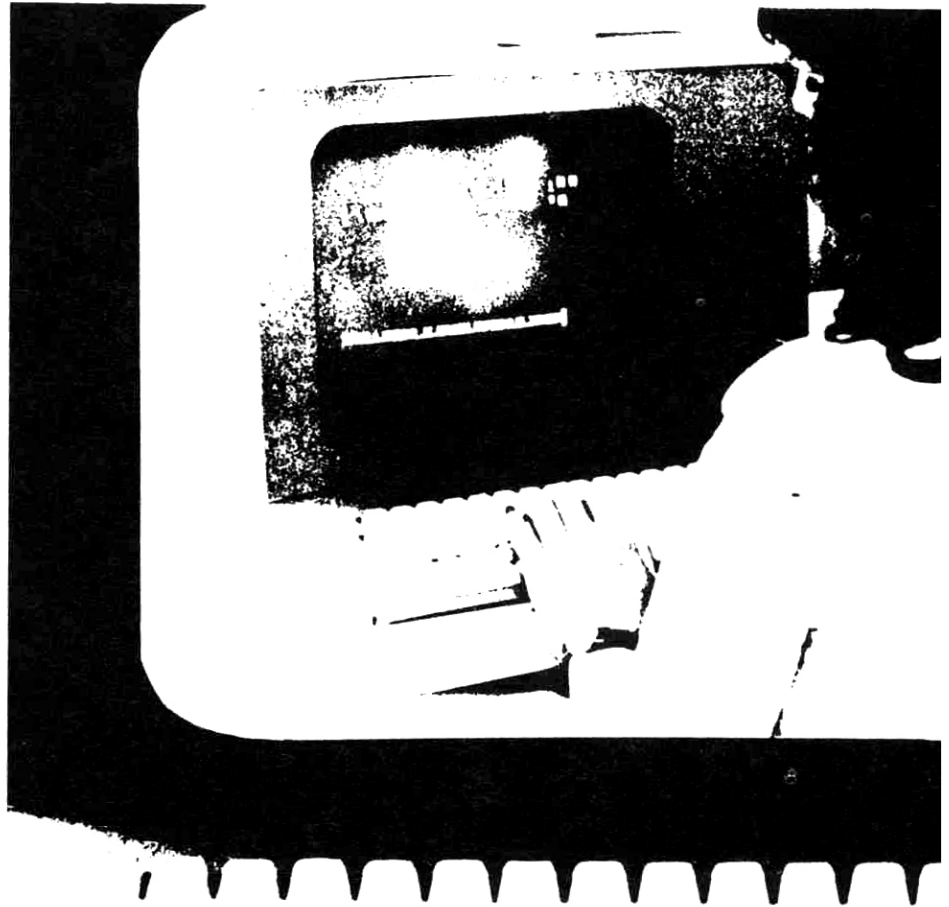


En este ejemplo, puede observarse que la computadora tiene almacenados los datos acerca del experimento, y que ha de entregarlos al alumno a medida que éste los vaya solicitando. Este procedimiento se ha aplicado con éxito en la Universidad de Illinois, en un programa llamado MEDICARE, que tenía como objetivo enseñar el tratamiento de los pacientes con infarto al miocardio.

La aplicación de esta modalidad es recomendable en la enseñanza de tópicos sobre el método científico, el diagnóstico médico, la economía, la historia estadística y la sociología.

Dialogal

Esta modalidad se asemeja a la de interrogación, con una diferencia: en ésta, el avance es unilateral, es decir, depende sólo de las peticiones del estudiante, mientras que en la dialogal se amplía la interacción entre el estudiante y el programa, estableciendo una "conversación" bilateral entre ambos, usualmente a través de una terminal de máquina de escribir. La pregunta, afirmación o petición de datos del estudiante conduce a dar una respuesta entre una amplia variedad de ellas, respuesta que se da por parte de la máquina. La máquina puede mostrar una pregunta, haciendo así que el estudiante intente un enfoque distinto, o que alcance una revisión del material



anterior. Para lograr esto han sido desarrollados lenguajes de conversación dentro de un contexto limitado,¹² un ejemplo de ellos lo constituye el lenguaje ELIZA, desarrollado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts. En ELIZA se almacena un vocabulario, junto con reglas para determinar el contacto y la conducción del estudiante. Si se encuen-

tra una palabra clave, la oración es transformada de acuerdo con las reglas asociadas a esa palabra clave; luego se computa o se recupera una respuesta textual y se la imprime. ELIZA intenta dar una respuesta "inteligente", aun cuando no esté presente la palabra clave. Un segmento del modo dialogal aparece enseguida:¹³

12. Para los distintos lenguajes de este tipo, véase: Zinn, K.L. "Programming Conversational use of computers for instruction". En R.C. Atkinson y H.A. Wilson, *op. cit.*, pp. 253-268.

13. Cf. Wizenbaum, J. "ELIZA-A computer program for the study of natural language communication between man and machine". *Communication of the ACM*, 1966, pp. 36-45.

- C. ¿Piensas que venir aquí te ayudará a no ser infeliz?
 R. Necesito alguna ayuda.
 C. ¿Qué significaría para ti conseguir ayuda?
 R. Quizá pudiera aprender a llevarme bien con mi madre.
 C. Cuéntame más sobre tu familia.
 R. Mi madre me cuida.

Como puede observarse en el ejemplo anterior, la modalidad dialogal no representa, al parecer, un recurso didáctico claramente aprovechable, aunque puede servir de complemento a otras modalidades. A la fecha sólo existen trabajos incompletos o con fines meramente demostrativos, y, además, la preparación para su uso requiere de mucho tiempo. No obstante, esta modalidad es utilizable en la enseñanza de la medicina, historia y computación.

Solución de problemas

Esta modalidad atañe al aprovechamiento de la computadora como herramienta de cálculo, que ahorra al estudiante el tiempo que éste dedica a efectuar largas series de operaciones matemáticas, permitiéndole entender de esa manera el procedimiento total sin tener que esperar los resultados parciales de las operaciones hechas a mano o con calculadora. Esta modalidad es muy útil si se emplea en matemáticas, en estadística y en la investigación científica en general. Para los estudiantes de estas áreas, el entrenamiento en computación forma parte del plan de estudios. Dada esta facilidad, el estudiante escribe su programa en tarjetas y lo "corre" en la computadora para obtener resultados impresos; podría, también, utilizar fácilmente una terminal con pantalla de rayos catódicos. Los estudiantes de química, por ejemplo, pueden diseñar alternativas de solución a algún problema dado, que incluye una serie de subrutinas para llevar a cabo operaciones matemáticas. El problema podría ser atinente a la mecánica cuántica, provisto de una subrutina para resolver ecuaciones diferenciales de segundo orden.

Esta modalidad se ha aplicado en el Colegio Coe de Iowa para facilitar al estudiante cálculos estadísticos sen-

cillos en la resolución de problemas sobre prácticas de laboratorio. En la Universidad de California se ha aplicado en materias como matemáticas, psicología, ciencia política, etc.

La ventaja principal de esta modalidad estriba en el hecho de que puede recurrir a lenguajes de común aplicación, tales como FORTRAN y BASIC. Dado que el cálculo es una de las funciones por excelencia de la computadora, esta modalidad es aprovechable en aquellas áreas de enseñanza que requieren el uso de operaciones matemáticas.

Una variante de esta modalidad consiste en que el profesor puede recurrir a ella para hacer demostraciones en clase. Por ejemplo, para explicar un procedimiento estadístico como el análisis de varianza, puede recurrir a una terminal para la realización de las operaciones intermedias y para centrar sus explicaciones en el procedimiento total.

Simulación

En un sentido general, la simulación puede describirse como cualquier acto que asume la "apariencia de", es decir, es una representación de la realidad, sin ser ésta. Una maqueta, por ejemplo, cabría en esta descripción. En un sentido más estricto, la simulación puede definirse como la representación del mundo real mediante números u otros símbolos que pueden manipularse para facilitar su estudio. Para simular un sistema se hace una selección a partir de los elementos que conformarían un sistema real. El modelo de simulación (o "simulador") varía en complejidad dependiendo del grado de abstracción del sistema real.

En relación a las modalidades de instrucción por computadora, los programas almacenados en ésta constituyen los modelos representativos del sistema real. La simulación proporciona al estudiante una experiencia artificial donde la experiencia real podría presentar problemas de costo, peligro o no disponibilidad. También puede utilizarse como un paso previo a experiencias reales. Se pueden simular situaciones sobre sistemas tan diversos como sobre

- R. Todos los hombres son iguales.
 C. ¿De qué manera?
 R. Siempre nos molestan con una u otra cosa.
 C. ¿Puedes pensar en un ejemplo concreto?
 R. Bueno, mi novio me hizo venir aquí.
 C. ¿Tu novio te hizo venir aquí?
 R. El dice que estoy deprimida la mayor parte del tiempo.
 C. Me apena oír que estás deprimida.
 R. Es cierto, soy infeliz.

movimientos de la bolsa de valores, casos clínicos, problemas internacionales, experimentos de aprendizaje, etc.¹⁴ En la educación médica, por ejemplo, se pueden simular casos clínicos escritos en los que el estudiante debe llegar a un diagnóstico de acuerdo con los datos que le suministre la computadora.

La simulación de casos clínicos se trabaja actualmente en el Centro Latinoamericano de Tecnología Educativa para la Salud. En Wisconsin se ha aplicado en cursos de Economía con simulación de consumidores, pago de impuestos, inversiones, etc. A continuación se muestra un ejemplo de conversación con un paciente psiquiátrico simulado, a través de una terminal de máquina de escribir:¹⁵

C. Lo que sigue es un experimento en simulación por computadora de una entrevista inicial con un paciente.

¿Sabe conversar con la computadora por medio del teclado?

Escriba "SI" o "NO", luego presione la tecla de retroceso a la derecha del teclado.

R. No

C. Usted va a ser el entrevistador, lo que el paciente diga será escrito por la máquina, avanzando un renglón. Lo cual significa que espera su respuesta. Cuando usted termine de escribir presione la tecla de retroceso.

Si usted se equivoca, simplemente avance y reescriba la palabra. No se demore mucho en responder.

Si entendió, escriba "SI", luego presione la tecla de retroceso.

R. Sí

C. Para empezar escriba su nombre.

R. Juan Trejo.

C. Bien, la entrevista comienza ahora. El paciente entra a su despacho.

Es delgado, viste convencionalmente y aparenta unos 30 años. Su nombre es Luis Blanco. Usted se sienta y le pide a él que lo haga también. El se sienta y dice: gracias.

R. ¿Qué lo trajo aquí, señor Blanco?

C. Bueno, mi esposa quería que viniera.

R. ¿Sí?

C. No es idea mía. Ella dijo que debía ver a un psiquiatra.

Dijo que si no venía a usted, se iba de casa.

R. Cuénteme acerca de su esposa.

C. Bueno, tenemos 3 años de casados.

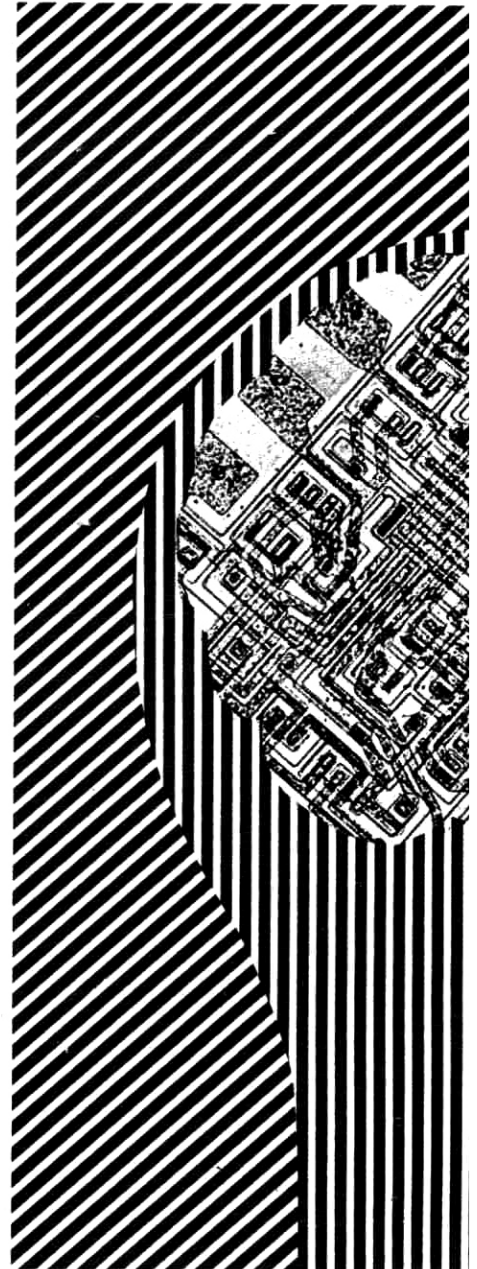
R. ¿Este es su primer matrimonio?

C. Quizá eso sea parte del problema. Este es mi segundo matrimonio.

Este ejemplo de simulación se combina parcialmente con la modalidad dialogal. Sin embargo, las simulaciones también pueden estar basadas en opciones o completamiento de frases para que conteste el estudiante.

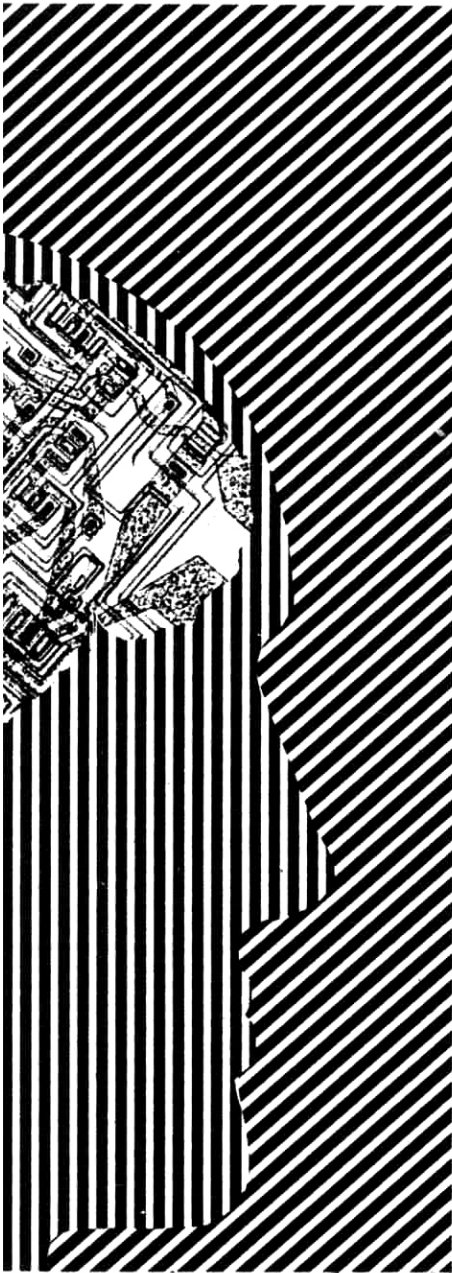
Un caso muy citado acerca de su aplicación es el del Colegio Beloit en Wisconsin, donde se simularon movimientos en el mercado de la cebolla, y se ayudó al estudiante a entender cómo opera el mercado libre de la cebolla y cómo tratan los proveedores de ajustar su producción para satisfacer el mercado. Cabe aclarar que la simulación por computadora se ha usado desde hace buen tiempo con fines de investigación, hecho que no descarta la posibilidad de hacerlo con fines de enseñanza.

La modalidad de simulación puede aplicarse en la enseñanza de la Medicina, Psicología, Sociología, Ciencia Política, Administración, Química, Física e Ingeniería.



14. Cf. Saury, C. y Scholl, M. Informática y Educación. En UNESCO, *El tiempo de la innovación*, II, México: Sep/Setentas, 1974, pp. 85-104.

15. Adaptado de Starkweather, J.A. "A common language for a variety of conversational programming needs". En R.C. Atkinson y H.A. Wilson, *Computer-Assisted-Instruction: a book of readings*. New York: Academic Press, 469, pp. 269-304.



Juegos

Este modo implica la competencia entre dos o más "jugadores" (uno de los cuales puede ser el programa de la computadora) con el objeto de alcanzar una meta definida. La computadora juega, a menudo, el papel de árbitro, evaluando movimientos y estrategias de los jugadores, registrando sus resultados e introduciendo variables al azar. De esta manera, en un juego empresarial, un participante puede declarar una baja en los precios del producto de su "compañía". La computadora puede determinar el efecto de su acción en las ventas y ganancias de la empresa. Puede informarle también en relación con los hechos que afectarían a la empresa: incendio en una planta, un nuevo impuesto, etc., ante los cuales el jugador debe decidir qué acción emprender.

Los dos tipos básicos del modo de juego son:

- a) La computadora como mediadora. Por lo general, aquí hay varios jugadores jugando uno contra otro durante un periodo que comprende varias horas las más de las veces.
- b) El programa de la computadora contra el estudiante. Implica por lo general la intervención de un solo estudiante durante un tiempo breve, con una duración menor a veces de una hora.

En la escuela de Administración Industrial de la Universidad de Carnegie-Mellon se ha desarrollado un juego que simula la industria de detergentes empacados; en él, los estudiantes asumen los papeles de ejecutivos de firmas competidoras, con la intención de lograr la maximización de ganancias.

A continuación, se muestra un juego denominado SPLAT, en el que se juega contra la máquina.¹⁶ En él se simula un salto en paracaídas en el último momento posible. La aceleración terminal la puede elegir uno mismo o dejar que sea la computadora quien lo haga:

C. Bienvenido a 'SPLAT' —El juego que simula un salto en paracaídas. Trate de abrir su paracaídas en el último momento posible sin estrellarse. ¿Quiere elegir su velocidad terminal?

R. No

C. Bien. Velocidad terminal = 796 MI/HR

C. ¿Quiere elegir la aceleración debida a la gravedad?

R. NO

C. Bien. Usted está en Mercurio.
 Aceleración = 12.2 Pies/Seg./Seg.
 Altitud = 9297 Pies
 Vel. Term. = 1167.47 Pies/Seg. + -5%/o
 Acelerac. = 12.2 Pies/Seg./Seg. + -5%/o
 Cronómetro en mano diga en qué segundo abrirá su paracaídas.

16. Yegge, J.F. "SPLAT: Open a parachute at the last moment", en David H. Ahl (Ed.), *The best of Creative Computing I*, Morristown, N.J.: Creative Computing Press, 1976, p. 268.

R. 8

C. Bien. Aquí vamos.

Tiempo (Seg.)	Distancia (Pies)
0	9297
1	9290.88
2	9272.51
3	9241.89
4	9199.02
5	9143.91
6	9076.55
7	8996.94
8	8905.09

C. Un resultado conservador.

Pudo abrirlo después.

Aun cuando la mayoría de los juegos sólo parecen aplicables a las áreas de la economía o de la administración, también pueden aplicarse a otras. Por ejemplo, algunos conceptos sobre relaciones internacionales o ciencia política pueden hacerse más claros si se utiliza esta modalidad. Existe, por ejemplo, un juego por computadora llamado LASVEGAS, desarrollado en la Universidad de California, el cual permite probar hipótesis sobre estrategias estadísticas mediante un ambiente simulado de juego.

Otras aplicaciones

Además de las siete modalidades distintas, existen otras en las que puede intervenir la computadora dentro del contexto de la educación, razón por la que sería conveniente describirlas brevemente.

Como apoyo en el manejo de bibliografía y datos

En esta instancia se aprovecha la capacidad de la computadora para almacenar y recuperar datos, permitiendo así al estudiante el acceso a cuerpos de información real. Un estudiante de sociología, por ejemplo, estaría en condiciones de disponer de datos estadísticos sobre la población.

En relación con el manejo de bibliografías, un programa de biblioteca puede almacenar información referente a las publicaciones, haciendo posible de esta manera que el usuario tenga acceso a artículos o libros que contengan información relevante para sus necesidades. También puede intervenir la computadora en la elaboración de catálogos e índices.

Como apoyo a la administración

El auxilio de la computadora en este aspecto puede darse en varios puntos. En el renglón de las finanzas, las operaciones en las instituciones educativas no difieren gran cosa de las del campo de las industrias y las empresas, siendo posible manejar los siguientes asuntos: contabilidad general, préstamos, nóminas de pagos, preparación de presupuestos, análisis de costos, etc.

En cuanto a la población estudiantil, es posible manejar datos de inscripciones, censos estudiantiles, registro de calificaciones, constancias. Una tarea crítica es la programación de las

clases, tomando en cuenta datos acerca de los alumnos, la disponibilidad de las aulas y el profesorado. Se pueden crear modelos matemáticos por computadora para predecir consecuencias de cambios en la planeación educativa.

Como apoyo a la evaluación

Tomando como base un banco de reactivos, pueden elaborarse distintas combinaciones de exámenes para cada alumno. La computadora puede preparar no sólo las pruebas, sino también calificarlas y/o aplicarlas.

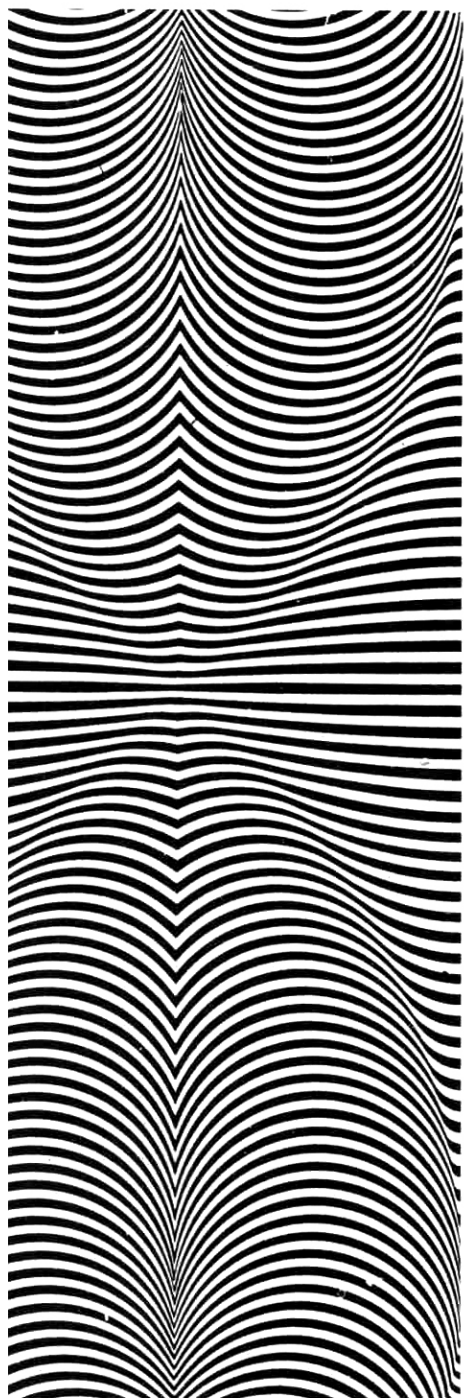
Aunque, en realidad, esto puede hacerse sin intervención de la máquina, su auxilio es valioso en el caso de una gran población estudiantil, además de que puede tomar en cuenta muchas variables, lo que conduce a un sistema de evaluación por computadora, que es descrito en el siguiente diagrama.¹⁷

Conclusiones

En la actualidad, la computadora es una herramienta útil para algunas instituciones de enseñanza superior. En el caso concreto de la UNAM, que cuenta con un Centro de Servicios de Cómputo, la máquina cumple diversas funciones, entre las cuales podemos citar las siguientes:

- Control de historias académicas de los alumnos.
- Calificación de exámenes de admisión.

17. Bloom, B.S., Hastings, S.T. y Madaus, G.P. *Handbook of Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York: McGraw-Hill, 1971.



BIBLIOGRAFIA

- Atkinson, R.C. "Computerized Instructional Process", en: R.C. Atkinson y H.A. Wilson (Eds.), **Computer-Assisted Instruction: A Book of Readings**, New York: Academic Press, 1969, pp. 143-165.
- Bloom, B.S., Hastings, S.T. y Madaus, G.P. **Handbook of Formative and Summative Evaluation of Student Learning**. New York: McGraw-Hill, 1971.
- Fry, E. **Teaching Machines and Programmed Instruction**. New York: McGraw-Hill, 1963.
- Holland, W.B. y Hawkins, M.L. "Technology of Computer Uses in Instruction", en: R.E. Levien (Eds.), **The Emerging Technology**, New York: McGraw-Hill, 1972, pp. 327-401.
- Klaus, D.J. **Técnicas de individualización e innovación de la enseñanza**. México, Editorial Trillas, 1972.
- Pask, G. "Electronic Keyboard Teaching Machines", en: A.A. Lumsdaine y R. Glaser, **Teaching Machines and Programmed Learning: A Source Book**. Washington, D.C.: NEA, 1960, pp. 336-348.
- Ríos Alvarado, J. "El uso compartido de sistemas de cómputo por medio de terminales", en: **La computación en las instituciones de educación superior en México**, CONACYT y Dirección General de Educación Superior de la SEP, Veracruz, Ver.: Instituto Tecnológico Regional de Veracruz, 1973, pp. 33-42.
- Saury, C. y Scholl, M. "Informática y Educación", en: **El tiempo de la innovación**, UNESCO, México, Sep/Setentas, 1974, pp. 85-104.
- Starkweather, J.A. "A Common Language for a Variety of Conversational Programming Needs", en: R. C. Atkinson y H.A. Wilson (Eds.), **Computer-Assisted Instruction: A Book of Readings**, New York: Academic Press, 1969, pp. 143-165.
- Stolurow, L.M. "Implications of Current Research and Future Trends". **Journal of Educational Research**, 1962, pp. 519-527.
- Stolurow, L.M. y Davis, D. "Teaching Machines and Computed-Based Systems", en: R. Glaser, **Teaching Machines and Programmed Learning, II: Data and Directions**, U.S.A.: Department of AV Instruction, NEA, 1965, pp. 162-212.
- Suppes, P. "The Uses of Computers in Education", **Scientific American**, 1966, Vol. 215, 3, pp. 206-220.
- Wizenbaum, J. "ELIZA-A Computer Program for the Study of Natural Language Communication Between Man and Machine". **Communication of the ACM**, 1966, 9, pp. 36-45.
- Yegge, J.F. "SPLAT: Open a Parachute at the Last Moment", en David H. Ahl (Ed.) **The Best of Creative Computing I**, Morristown, N. J.: Creative Computing Press, 1976, p. 268.
- Zinn, K.L. "Programming Conversational Use of Computers for Instruction", en: R.C. Atkinson y H.A. Wilson (Eds.) **Computer-Assisted Instruction: A Book of Readings**, New York: Academic Press, 1969, pp. 143-165.