

Enseñanza por medio de Ordenadores

Por Anthony V. Frasca

En un mundo como el actual, sometido a constantes transformaciones, el hombre ya no cuenta con el lujo del tiempo para acostumbrarse a nuevas ideas, sino que, más bien, ha de acomodarse a un progreso más rápido que el mantenido en el pasado. La tendencia de estas transformaciones indica que la tecnología jugará un papel cada vez más importante, con una interacción entre hombre y máquina más y más compleja cada día. Irónicamente, la educación, que ha hecho posible la edad de la tecnología, es la que más sufre las consecuencias de las exigencias del futuro. Actualmente, atravesamos una etapa de creciente expectativa respecto a la educación. Es quizá por estas razones por las que un número cada vez mayor de educadores

buscan afanosamente solucionar algunos de sus problemas por medio de esta misma tecnología. Un ejemplo es el uso de ordenadores en el área de la educación. Cada día se utilizan más ordenadores en la enseñanza elemental, media y superior para ayudar al proceso educativo. No cabe duda, sin embargo, que las aplicaciones administrativas, de dirección, científicas y técnicas de la tecnología de los ordenadores exceden con mucho las aplicaciones directas en el campo de la educación. La enseñanza por medio de ordenadores (CAI) tiene menos de una década de antigüedad, pero si se logra comprender en todo su alcance las posibilidades de su utilización, el carácter y la naturaleza de la educación cambiarán radicalmente. Los educadores de la era

pretecnológica trataban con sus alumnos en un plano totalmente personal, por lo cual se hallaban en una posición inmejorable para conocer las necesidades y capacidad de cada estudiante. Hoy en día, los educadores se enfrentan con la explosión de la población estudiantil y han de confiar cada vez más en ordenadores para determinar y satisfacer la capacidad de aprendizaje de los estudiantes. El método descrito en este artículo es un planteamiento experimental del CAI, diseñado para comprender las teorías de comportamiento aplicables en un método CAI sólido, práctico y de fácil ejecución.

El concepto CAI

Una de las características sobresalientes del CAI es la enseñanza individualizada, ese tipo de enseñanza del que, hace ya algún tiempo gozaban únicamente los miembros de la aristocracia. Con el advenimiento de los ordenadores al campo de la educación, este tipo de enseñanza puede llegar a todos los estudiantes, cualquiera que sea su nivel intelectual. A través de la enseñanza individualizada, un programa de ordenador ocupa el lugar de un profesor y dirige al estudiante a través de una serie de conductas específicas, diseñadas y secuenciadas con objeto de que sean mayores las probabilidades de que el alumno se comporte en el futuro en una forma deseada, es decir, aprenda lo que el programa debe enseñarle.

Existen diversos conceptos para precisar la naturaleza de la enseñanza individualizada. Algunos consideran el CAI como una metodología que solamente en su naturaleza está relacionada con el magisterio. Sin embargo, la mayoría de los educadores opinan que el CAI comprende una amplia variedad de funciones, de las cuales sólo una es de magisterio.

En un ambiente educativo real, se podría diseñar un sistema que permitiera al estudiante pasar de un modo educativo a otro, según sus necesidades. En un esfuerzo por conseguir una enseñanza individualizada eficaz, los educadores buscan inventar programas que respondan tanto a las necesidades del estudiante como a sus habilidades. Las cualidades únicas de los ordenadores deberían utilizarse para ocuparse de las características personales de los estudiantes.

Existe un vasto panorama de teorías relativas a conceptos que se derivan de análisis experimentales de conducta para la correcta implantación de estas teorías en el contexto del CAI.

¿Cuál es la mejor forma de implantar estas teorías? ¿Qué técnicas son las que proporcionan una mayor eficacia del programa en términos de interface hardware-software? La mayoría de los analistas de la enseñanza coinciden en que la respuesta a estas y a otras preguntas similares no está clara aún, a pesar de los éxitos obtenidos en áreas específicas. Todavía deben recogerse muchos más datos experimentales antes de que em-

piecen a aparecer algunos patrones. Con la ayuda de programadores y analistas de la enseñanza, se hallará una respuesta y el CAI colaborará ampliamente en la empresa educativa.

MULTI P 1 0 PROC NO 17 16 15 14 LAST ADDRESS 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 ESI CHANNELS

ACK 0-7 OUT IN EF ACK 8-15 OUT IN EF ACK CTRL SYNC II SYNC I FUNC MON OM ISI IM ISI EI ISI RTC INT CM ESI IM ESI EI ESI PWR LOSS RTC DEC IN OUT FP CLR

INIT LOAD B D ACK 44 54 64 74 84 ABORT A C

CHANNEL 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

X2 DES II X3 DES X4 DES X6 DES X7 DES BUFFER 37 36 S1 CARRY D1 D2 BORROW S1 D1 S2 D2 FEB 1 2 NORM TO C3 EAB CONST DES NEG ADD STRIP MANT ZERO

75 24 34 43 53 1 2 3 4 5 03 13 MULT START 63 72 82 DIV INTERRUPT OVFL UNDFL FAULT

7 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

7 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

R1 TO 54O 51E 51O 52E 52O 53E 53O 54E 54O R2 TO 51E 51O 52E 52O 53E 53O 54E 54O P WAIT EVEN ODD R1 WAIT EVEN ODD R2 WAIT EVEN ODD ARITH MEM ARITH COMPL TIME OS REQ OS

ICR WR U PASS 2 PASS 2' W4 ZERO RPT SET RPT PROG EI DIS PID INT INT INDR ABORT ABORT HS JP HS JP ARITH JP IFR DES 1107FP ZERO EXEC MODE EXEC ABR DP UF 1107 COMP WR PRO GUARD MODE FAULT EXEC RET

31 41 51 61 72 44 51 61 71 BLK RPT FAULT DES PROG ALM MSR 2 1 0 CYCLE 1 2 CLK STOP 1 2 DIST 1 2 3 4

17 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

17 26 25 24 23 22 F1 F2 STORE 3T F3 F4

7 6 5 4 3 2 1 0 CLR 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

FAULT INST MEM 4 MEM 3 MEM 2 MEM 1 ICR

SELECT JUMPS 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

PROGRAM ADDRESS COUNTER 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

PHASE REPEAT CLR

PHASE 1 2 3 4 CLR

AUDIO

INITIAL LOAD

DISABLES

CORE MEMORY DAY CLOCK REAL TIME CLOCK Z-V7 Z-V8 ADVANCE P ARITH INTERRUPT MEMORY FAULT INTERRUPT READ NEXT INSTR WRITE A ARITH SED

MODES

REAL TIME STOP ON PARITY

CONTROLS

ALARM RESET FAULT RESET I/O CLEAR ICR CLEAR MASTER CLEAR START STOP

Consideraciones teóricas



El CAI ha producido un número de posiciones teóricas que van desde la muy general (en la que aparece envuelto el proceso educativo), hasta la específica (que se refiere sólo a ciertos tipos de aprendizaje en situaciones educativas específicas). El modelo cibernético generalmente aceptado del proceso educativo es primordialmente adaptable en su naturaleza y ha sido modificado para su utilización en el método de pistas, según los siguientes componentes:

- Características del alumno.
- Instalaciones de entrada (interacción hombre-máquina).
- Variables de salida (relativas a los tipos de conducta utilizados para juzgar la capacidad de aprendizaje).
- Estándares de capacidad (formulados en términos de estándares de error y niveles de progreso, en cuanto están relacionados con los objetivos de las tareas).
- Función comparativa (la salida del alumno se compara con los objetivos estándares del curso y se toma una decisión estratégica respecto a la naturaleza de la siguiente secuencia de aprendizaje).

- Biblioteca de información educativa potencial (en la que se realiza la selección apropiada y óptima de los materiales de enseñanza).
- Variables de realimentación, tal como se manifiestan en los programas de refuerzo y las variables de motivación.

El reto del diseñador del programa consiste en relacionar estos siete componentes en un proceso adaptable que produzca el máximo de aprendizaje. La dificultad de esta tarea viene subrayada por la diversidad de características humanas de aprendizaje. Desde la Segunda Guerra Mundial, el alcance y definición de las áreas de investigación psicológica, encargadas de la formulación de la teoría del aprendizaje, ha cambiado radicalmente. Nuevas teorías se han formulado, mientras otras, consideradas básicas, han perdido importancia.

El concepto de aprendizaje, aplicado a la educación, puede referirse a veces a simples cambios en la posibilidad de las respuestas o a la adquisición de conocimientos motores. Sin embargo, el aprendizaje se refiere generalmente al control del estímulo a través de la educación

discriminada. Cuando una persona ha aprendido algo, su conducta ha sido sometida a un agudo control del estímulo. La mayor parte del proceso educativo lleva consigo el establecimiento de formas cada vez más integradas al control del estímulo. El problema consiste en determinar cuáles son las variables de la conducta humana que más afectan al establecimiento del repertorio de conductas y al desarrollo del apropiado control del estímulo. Una vez determinadas, ¿cómo pueden controlarse estas variables en el método CAI?

Habilidad del alumno



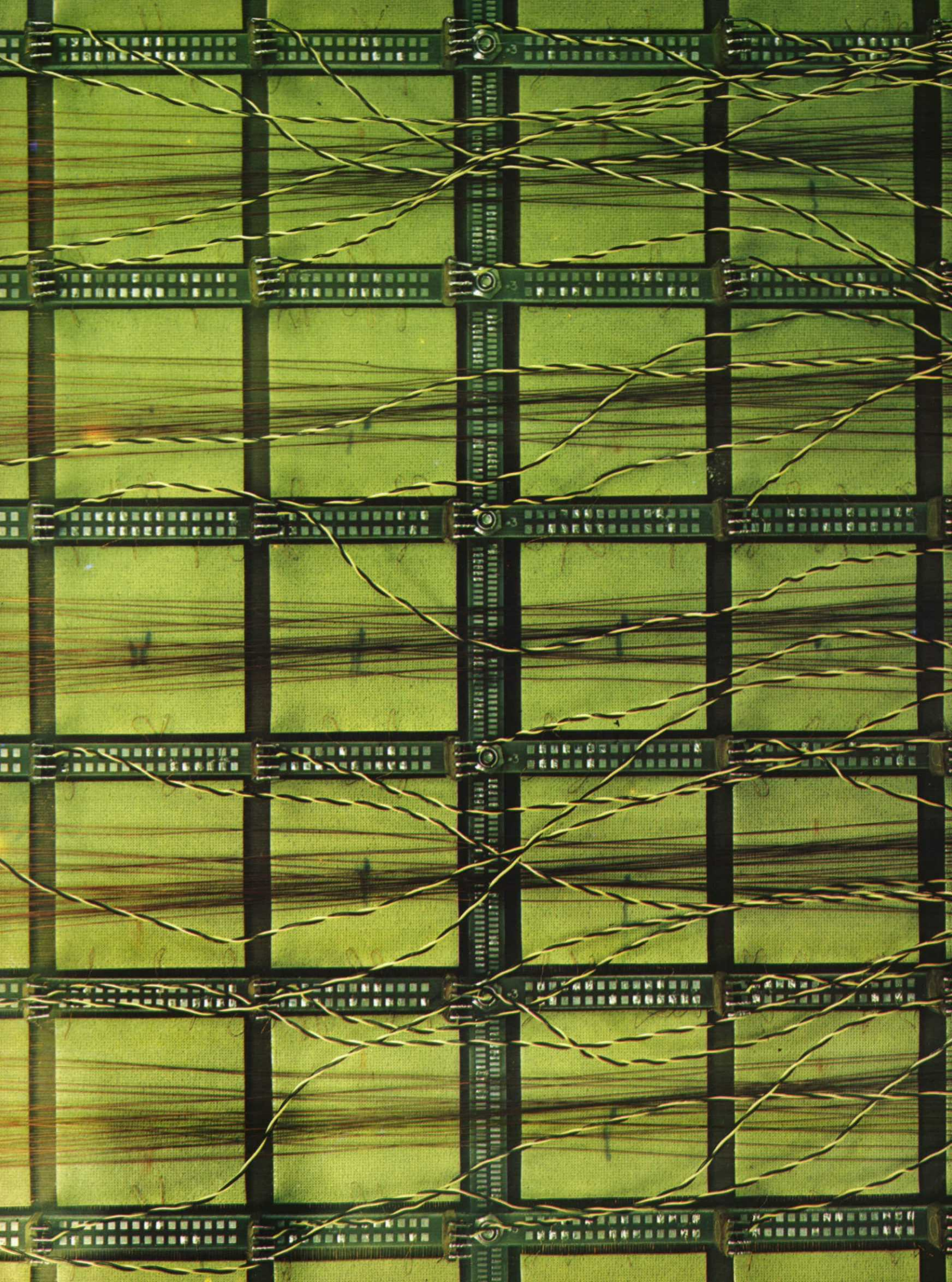
Entre las muchas variables importantes que controlan la eficacia del aprendizaje discriminado, la capacidad de los estudiantes es la que merece una consideración más crítica en la producción de un eficaz paradigma CAI. Teóricamente, todos los estudiantes podrían llegar a dominar todos los programas que se les presentasen si los alumnos más lentos gozarán de tiempo ilimitado para aprender. Sin embargo, en la práctica, los estudiantes lentos o retardados están sujetos a un límite de tiempo. Al término del proceso educativo, sus resultados son inferiores a los de los estudiantes más brillantes. Incluso en el caso de que se permitiera a los inteligentes y a los torpes alcanzar el mismo nivel de progresos, al final existirían importantes diferencias entre sus conductas. La conducta del alumno lento es más variable que la del rápido. (El rendimiento medio de ambos podría ser igual, pero la variabilidad de sus respectivos rendimientos sería diferente.) Esto no sólo se produciría en el caso de una simple discriminación, sino también en el de la conducta más compleja de los alumnos al responder a instrucciones programadas y CAI. La capacidad del organismo humano está limitada según las habilidades

de cada uno, y si se fuerza al organismo a moverse demasiado rápidamente, el control sobre el mismo puede fallar. Cuando esto ocurre, es necesario regresar a un punto anterior y comenzar de nuevo la diferenciación en forma más gradual. Es importante reconocer cuando se ha impuesto una tarea demasiado difícil a un sujeto. Además, el permitir que los estudiantes más inteligentes avancen demasiado lentamente puede entorpecer su progreso al causar serias obstrucciones motivacionales. El mantener interesados a los estudiantes inteligentes ha sido siempre una tarea difícil y las soluciones actuales sólo han demostrado ser poco satisfactorias.

Las variables del aprendizaje complejo producen dificultades en el diseño de un programa simple que haga frente a los diferentes niveles motivacionales y de capacidad de los estudiantes. Por esta razón, se formuló la hipótesis de que las dimensiones de los escalones de aprendizaje deberían basarse en estas consideraciones. Las dimensiones de un escalón de aprendizaje (duración operante) depende en gran medida de los individuos: algunos individuos inteligentes pueden avanzar a grandes pasos, mientras que otros progresan con mayor

lentitud; estos pasos cortos deben consolidarse cuidadosamente.

La búsqueda de la sensibilidad educativa fue responsable del método de pistas, en el que se tienen en consideración los factores de variabilidad asociados con la capacidad de aprendizaje. En este método, cada pista posee una duración operante proyectada para un pequeño segmento del nivel de capacidad. Utilizando términos de los técnicos en conducta, diríamos que la densidad del programa de cada pista es diferente. La correcta duración operante para grupos de capacidades individuales diferentes, la selección generalmente un analista experimentado. Puede retroceder a programas previos y realizar cualquier estudio psicológico para formular su juicio inicial. Seguidamente, mediante una cuidadosa observancia y evaluación del programa piloto, pueden detectarse y corregirse los errores de juicio antes de que aparezca la versión final del programa. Afortunadamente, a medida que los esfuerzos de investigación psicológica se basen más decididamente en estudios de las diferencias individuales, estas decisiones tendrán un carácter más científico.



Examinando más detenidamente la variabilidad individual de aprendizaje, se comprende que antes de que se puedan desarrollar programas significativos deben utilizarse métodos significativos para detectar y medir las diferencias de rendimiento individual. Una técnica frecuente es la de determinar simplemente cuándo una respuesta es suficientemente sólida para permitir que la lección dé paso a otras materias. Sin embargo, definir la solidez de las respuestas es una tarea difícil. Una de las soluciones que generalmente se utilizan en la instrucción de grupos es la de dar a todos los estudiantes el número de prácticas que, según pasadas experiencias, es el apropiado para el estudiante medio. De esta forma, naturalmente, se ignoran las diferencias entre los individuos, por lo cual está en contradicción con la hipótesis de que el rendimiento, y por tanto la estrategia educativa, varían según la capacidad individual. Una técnica más apropiada es continuar las prácticas hasta que cada estudiante alcance el criterio de conducta que satisfaga los objetivos educativos. La medida que generalmente se utiliza para determinar si se ha alcanzado ese

criterio es la frecuencia de respuesta. Esta es además la medida más razonable en la mayoría de los casos, ya que la meta de la educación puede generalmente definirse en términos de aumentos de frecuencia de las respuestas correctas o apropiadas. Sin embargo, las medidas de frecuencia pueden perder su sensibilidad a medida que la probabilidad de las respuestas llega a su límite.

En cualquier curso de educación es deseable que el estudiante retenga lo que ha aprendido y la retención es una función del aprendizaje. A este respecto, los trabajos experimentales sugieren que una medida llamada espera de respuesta podría ser un complemento útil de las medidas de frecuencia; y el CAI mide fácilmente la espera. La espera de respuesta es el intervalo de tiempo que transcurre entre la presentación de un estímulo y la aparición de una respuesta apropiada a ese estímulo. Aunque existen muchos problemas asociados con la medición de la espera de respuestas (los procedimientos de medición la deforman fácilmente), se cree que si se aplica en la forma apropiada en el sistema, los alumnos de cada pista mejorarán bilate-

ralmente la técnica de medición total. La mejoría es bilateral, ya que la verdadera naturaleza de los medios más críticos de medición mejoran a su vez la naturaleza individual de la pista.

Existen otras medidas de la solidez de las respuestas, como la magnitud de la respuesta, la posibilidad y la resistencia a la extinción. Cada una de ellas posee sus propias credenciales teóricas y empíricas de su adecuabilidad para la medición de la conducta. La elección, sin embargo, depende de las características particulares del análisis. En el caso de CAI, la importancia de las diferencias individuales dicta un sistema de medición que posee una sensibilidad extrema para aquellas variables pertinentes, en tanto que restringe las influencias irrelevantes y extrañas de esta medición.



Función adaptable

Un programa educativo se considera adaptable cuando el estímulo presentado al estudiante varía, generalmente, en función de su inmediato rendimiento pasado. Un sistema compuesto de un solo estudiante y un profesor sería adaptable en este sentido. El instructor variaría la dificultad de las tareas del alumno en función de su rendimiento; esta enseñanza individual es adaptable por su propia naturaleza.

La característica esencial de un programa adaptable es un ciclo de realimentación por medio del cual se cambia el estímulo como consecuencia del buen rendimiento del estudiante. En este caso, la variable adaptable es el nivel de dificultad que se modifica, atendiendo a rendimientos previos, para proporcionar al estudiante el suficiente avance que le anime a seguir progresando. La lógica adaptable se expresa a veces en forma de ecuación que describe las relaciones entre una medida y algunas variables elegidas; también podría ser una regla que indicase, por ejemplo, que el sistema será más difícil en un promedio determinado cuando cada uno de los diversos criterios de rendimiento se hallen dentro de unos límites definidos.

Las técnicas adaptables son una forma de hacer los sistemas educativos más eficaces. Sin embargo, el uso de este método en sistemas mecánicos es completamente nuevo, por lo que se carece de investigaciones y experiencias en esta área. Por otro lado, los psicólogos y técnicos de los factores humanos advierten sobre el peligro de la aplicación impropia de este concepto: los sistemas educativos pueden ser menos eficaces si se hacen adaptables en forma errónea. Las preguntas de tipo práctico siguen surgiendo, como cuál es la mejor forma de hacer adaptable un particular programa educativo. El método de pistas es un intento de incorporar la función adaptable en forma tal que no interfiera con los elementos esenciales de la buena programación.

El método de pistas («Track method»)

El método de pistas consiste esencialmente en un grupo de registros de pistas y pistas de niveles individuales de capacidad. El número de pistas es flexible. Si se determina que la variabilidad de la población estudiantil es mayor, se pueden utilizar más pistas. La creación de sistemas de múltiples pistas no es fácil debido a diversas razones: la complejidad de la técnica de registro y el problema de la necesaria unificación de los registros de las pistas entrecruzadas.

El registro de pistas tiene lugar antes del proceso educativo e intenta clasificar al futuro alumno en uno de los niveles de capacidad elegidos, representados por las pistas. En este aspecto, un cuidadoso análisis previo de la población estudiantil proporcionará los criterios para decidir la variabilidad del programa al objeto de que comprenda todos los niveles de capacidad.

El registro de pistas puede adoptar diversas formas, según cómo se implante todo el concepto en una instalación determinada. En algunos casos, cuando se conservan almacenados en el ordenador los archivos con los resultados escolares,

el registro de pistas puede basarse casi exclusivamente en estos datos. Si no existe tal información se pueden utilizar dos métodos: un breve examen comprensivo (para comprobar los conocimientos del alumno), realizado por el ordenador; o un breve y cuidadoso cuestionario de palabras (para determinar los antecedentes educativos del estudiante), realizado asimismo por el ordenador. Este último método es el que se considera más deseable, tanto desde el punto de vista del alumno como del administrador.

Un reciente proyecto de investigación, realizado por Sperry Rand, sometió a cincuenta estudiantes a diversas pruebas de matemáticas durante un curso de ordenadores con el objeto de determinar si un breve cuestionario proporcionaría datos dignos de confianza sobre las capacidades individuales dentro del ámbito dado. El breve cuestionario se repartió entre los alumnos, seguido de un test (escrito) mucho más amplio, que comprendía los conocimientos de matemáticas necesarios para acabar con éxito el curso de ordenadores. En esta prueba se cronometraron todos los apartados para determinar si los antecedentes pre-

vios (resultados escolares) coincidían con las puntuaciones del test y para obtener datos sobre la espera. El resultado fue una validez moderada (0,57), pero muy esperanzadora por otras razones: primera, al colocar a cada estudiante en una pista que indica su capacidad general, la cifra de validez adquiere mayor significación, ya que cada pista se destina a un grupo de estudiantes dentro de una esfera de puntuaciones de test (no una simple puntuación de test); segunda, no se hubiera producido un gran perjuicio si se hubiera colocado temporalmente a un estudiante en una pista errónea, siempre que el error no fuera más que el de una pista en capacidad y la porción inicial del programa fuera lo suficientemente sensible como para detectar y corregir rápidamente la falta. De ahí que para una implantación sencilla y económica ahora se utilice un simple cuestionario para determinar la pista a la que pertenece cada estudiante.

Cuando se registra a un estudiante en una pista, la decisión no es en absoluto definitiva. La primera porción del programa, la zona de sensibilidad de disonancia coanoscitiva (CDS), es extremadamente

sensible al rendimiento del alumno y representa la única parte del programa en la que tienen lugar rápidas fluctuaciones entre pistas. Los que mejor conocen la lógica adaptable probablemente desaprobarían esta técnica; sin embargo, se estimó que en este caso era necesario un rápido ajuste para corregir los errores iniciales en el registro de pistas y evitar que los estudiantes experimenten fracasos en los comienzos del programa. Un alumno que tropieza demasiado pronto con un desafío a su intelecto podría volverse inquieto. Los efectos de la inquietud sobre el aprendizaje y otros procesos cognoscitivos han sido objeto de una amplia investigación. Resumido muy brevemente, si la tarea es difícil y compleja o las respuestas previamente aprendidas son incorrectas, la inquietud interfiere en el aprendizaje. Los estudiantes muy inquietos tienden a dar respuestas irrelevantes e incluso a confundirlas con mayor frecuencia que los estudiantes poco inquietos, y el efecto resalta más en el caso de problemas difíciles. Por estas razones, se eligió el sistema de cuestionarios como la mejor técnica de registro de pistas.

Los estímulos presentados a los alumnos son los que mejor se acomodan a su inteligencia. Al confeccionar el programa, las pistas dedicadas a los estudiantes de menor capacidad contienen mayor número de series de aprendizaje individual y se diseñan para aceptar una mayor variabilidad de rendimientos. Todas las pistas son adaptables en sí mismas. Se anima al estudiante a progresar mediante pequeñas variaciones de la dificultad del estímulo en toda la longitud de la pista. Sin embargo, la verdadera adaptabilidad del programa descansa en los cambios del estímulo presentado al estudiante cuando cruza de una pista a otra.

Cuando un alumno falla ante una particular secuencia de aprendizaje, no existen series especiales remediadoras (como es lo acostumbrado) para ayudarlo. En lugar de ello, se le coloca temporalmente en la pista inferior para que aprenda el mismo material con mayor lentitud. Una vez que domina la secuencia objeto de sus dificultades, se le vuelve a situar en la pista original para que prosiga. Si el alumno comete un error en la pista inferior, se pueden utilizar series remediadoras opcionales o el programa puede sugerir la presencia de un consejero y después terminar.

Varios errores en la misma secuencia educativa producirían no sólo el traslado del alumno a una pista inferior, sino también su permanencia allí. Una serie cuidadosamente definida de reglas de pistas es una exigencia imperativa del sistema. Por ejemplo, la regulación de pistas se mantuvo extremadamente bien en un programa que contaba con las siguientes reglas:





MODO CDS INICIAL

Paso a una pista inferior

Un simple error-regreso no programado.
Espera de respuesta excesiva.

Paso a una pista superior

Dos respuestas correctas consecutivas.
Espera de respuesta activa.

MODO DE SECUENCIA EDUCATIVA

Paso a una pista inferior

Dos errores consecutivos - errores en cualquiera de las tres series que siguen a la respuesta errónea.

Paso a una pista superior

Respuesta correcta a dos series clave, más espera de respuesta activa en esas series.

Mediante un cuidadoso examen de las reglas de pistas, se observa que el sistema favorece el paso a pistas inferiores, siendo ligeramente más difícil el ascenso a pistas superiores. Además, puede notarse que la medición de la espera de respuesta no se utiliza en todo el programa, sino primordialmente en la fase CDS y en las series clave. Las series clave han sido diseñadas por el autor del programa como medidas importantes de la comprensión del material previo. En algunos casos, las series clave pueden escribirse expresamente para comprobar el conocimiento de los alumnos del material previo. En otros casos, las series clave se pueden seleccionar del programa existente sobre la base de su importancia estratégica para la instrucción en curso.

El material que aprende cada estudiante es básicamente el mismo en cada pista, pero varía respecto a la técnica de la presentación. Existen pruebas evidentes que indican que la estrategia de la presentación de las instrucciones debe variar según los niveles de capacidad individual. Esto significa que las pistas individuales no sólo varían respecto al número de series que contiene cada una

(según el nivel de capacidad), sino también en cuanto al método de presentación del contenido de las respectivas series. Por ejemplo, cada grupo de capacidad difiere respecto a la eficacia relativa de las palabras en comparación con los grabados en el aprendizaje de asociaciones verbales. Más aún, las diferencias de capacidad exigen diferencias de motivación e indicaciones. La utilización de indicaciones de identificación mediante advertencias, círculos y rótulos varía según la capacidad. En realidad, todo el programa de refuerzos varía según el nivel de capacidad.



Los valores relativos de las palabras y grabados en la enseñanza del teorema binomial o de la segunda ley de termodinámica pueden ser completamente diferentes para cada grupo de capacidad. Añadamos a esto el hecho de que los diferentes tipos de tareas pueden requerir diferentes tipos de respuestas y podremos hacernos una idea de la complejidad de intentar jugar con todas las variables en el programa eficaz. El mayor problema con que se enfrentan los psicólogos interesados en este campo es que la naturaleza de las funciones que relacionan las respuestas de los alumnos con esquemas óptimos de presentación no es bien conocida. Esta tarea, muy difícil en sí misma, sería virtualmente imposible sin una técnica como la del método de pistas. Los programas actuales incorporan técnicas de bifurcación como remedio infalible para las respuestas impropias. Sin embargo, la característica de bifurcación en todos, excepto unos pocos programas selectos, tienden a no diagnosticar, a no ser adaptable ni selectiva en lo que se refiere a la discriminación de niveles de capacidad.

Conclusión

Las técnicas para perfeccionar los programas educativos realizados por ordenadores se están desarrollando rápidamente. Continuamente se inventan nuevas teorías y aplicaciones asociadas. Sin embargo, lo que hoy en día parece constituir la técnica más eficaz, es probable que no continúe siéndolo por mucho tiempo. Las mejores técnicas deben desarrollarse partiendo de la aplicación de nuestros conocimientos de la teoría de aprendizaje. En el método de pistas se confía en que, aprovechando la variabilidad de aprendizaje y utilizando los principios de presentación selectiva y los programas de refuerzo, se produzca la conducta deseable. En algunos casos, una conducta que, de otra forma, jamás habría aparecido en el repertorio del alumno.