

## SIMULACION POR ORDENADOR Y TOMA DE DECISIONES EN LA FORMACION DE PROFESORES. UNA REVISION DE LA LITERATURA

JULIÁN LÓPEZ YAÑEZ

### INTRODUCCION

Los profesores ha visto crecer rápidamente en los últimos años las exigencias de los estudiosos de la enseñanza y de la sociedad en general de incorporar a sus clases las nuevas tecnologías. Sucesivamente el magnetofón, el retroproyector, el proyector de diapositivas, el vídeo y ahora el microordenador han sido el contenido de esta exigencia.

La novedad consiste en que con el microordenador ha subido el tono con que se orquesta dicha exigencia, haciendo contraste en la mayoría de las ocasiones con una justificación pobre, superficial, desinformada de las posibilidades reales de esos aparatos y a menudo basada en tópicos. Por otra parte ello no es extraño, pues todas las nuevas tecnologías se presentan ante la sociedad como la definitiva y más rotunda aportación de la técnica a las condiciones de vida humanas y, consecuentemente, se exagera su potencial. Por lo tanto, nos toca ahora desentrañar el mito y restituir el ordenador a su verdadera, y no por más humilde menos importante, utilidad.

El profesor puede ver al ordenador de diferentes formas; de ellas las tres principales son:

a) *Como objeto de estudio.* Ciertamente es que la informática se extiende en las sociedades industrializadas y el profesor, como profesional que tiene a su alrededor ordenadores, debe realizar un aprendizaje básico de su funcionamiento, así como de sus lenguajes o de programas específicos (procesadores de textos, bases de datos, hojas de cálculo, etc.).

b) *Como medio de enseñanza.* El profesor dispone con el ordenador de nuevos medios para favorecer el aprendizaje de los alumnos, por lo tanto, tendrá que conocer programas de enseñanza asistida por ordenador, simulaciones, juegos instructivos, etc., y saber utilizar algunos de ellos en situaciones didácticas.

c) *Como instrumento de formación o entrenamiento.* El profesor puede ser el principal usuario de programas diseñados para practicar en situaciones simuladas de enseñanza; este es el enfoque de los programas que nos interesan en esta revisión.

Existen otras aplicaciones del microordenador en el ámbito de la educación que al profesor no le interesarán tan directamente como los tres citados. Estas son: como instrumento de gestión, como almacén de datos y como instrumento para la investigación, el diagnóstico y la orientación.

## 1. APROXIMACIONES CONCEPTUALES

### 1.1. *Teorías relacionadas con la simulación*

Las afirmaciones optimistas de NEWEL y SIMON en 1958 en el sentido de que, después de 10 años, un ordenador sería campeón mundial de ajedrez o de que la mayoría de las teorías psicológicas adoptarían la forma de programas de ordenador no se han cumplido, pero han dado paso a un amplio desarrollo teórico y de investigación sobre el procesamiento humano de la información y la resolución de problemas. La psicología cognitiva ha sido el ámbito donde han tenido lugar estos desarrollos y la simulación es una de las estrategias que han conocido mayor aceptación (DE VEGA, 1984).

El propósito de los modelos de simulación es «mimetizar el comportamiento inteligente humano con sus mismas limitaciones», es decir, reproduciendo los procesos y errores habituales en el ámbito objeto de la simulación (DE VEGA, 1984; p. 33). Así pues estos modelos se diseñan a partir de los avances de la investigación sobre el procesamiento de la información y contribuyen a poner a prueba dichos hallazgos, al tiempo que obligan a superar cualquier tipo de ambigüedad o inconsistencia conceptual.

Su incidencia en el ámbito educativo tiene que ver con la implantación del paradigma de investigación denominado «mediacional centrado en el profesor» (PÉREZ, 1983). Si la actuación del profesor es producto fundamentalmente de sus pensamientos, estrategias para procesar la información y resolver problemas, y de sus actitudes y teorías implícitas, podríamos reproducir artificialmente —simular— contextos didácticos cambiantes para observar cómo conducta y pensamientos se adaptan a dichos cambios. Si asumimos además, siguiendo este paradigma, que la enseñanza es esencialmente un proceso de toma de decisiones (SHAVELSON, 1973), la simulación de contextos y problemas didácticos ayudará al profesor a tomar conciencia de sus estrategias de toma de decisiones e incluso a hacerlas más racionales y a emplear heurísticos más eficaces.

Muchas otras aplicaciones de la simulación como técnica de representación del mundo real se han efectuado desde la dinámica de sistemas (MARTÍNEZ Y REQUENA, 1986; ARCIL, 1978). La dinámica de sistemas es una técnica especialmente indicada para el modelado —simulación— de sistemas sociales, que se caracterizan básicamente por sus comportamientos «inesperados» y «contraintuitivos» o, lo que es lo mismo, por la discontinuidad de dichos comportamientos.

Los modelos que se representan a través de la dinámica de sistemas tendrán «retardos» debido a variables tanto externas como internas así como «bucles de realimentación» que son los que determinan su discontinuidad. Mediante la dinámica de sistemas se han modelado sistemas ecológicos, matemáticos, físicoquímicos, históricos, empresariales, socioeconómicos, etc. (MARTÍNEZ Y REQUENA, 1986).

### 1.2. *El juego y la simulación*

En la literatura especializada no siempre «juego» y «simulación» han aparecido como conceptos bien delimitados. Según PALYS (1978) existen dos grandes tipos de simulaciones: (a) aquellas que implican a participantes humanos —conocidas como juegos o juegos de simulación—; y (b) aquellas que no implican a participantes humanos —simulaciones completamente mecanizadas, simulaciones computarizadas o,

simplemente, simulaciones—. En ocasiones se ha añadido al primer grupo las simulaciones «hombre-máquina».

El juego parece hacer referencia necesariamente a la participación del elemento humano, aunque no sólo a ello; y la simulación implica la reproducción de la realidad de la manera más verosímil posible. En todo caso, juegos y simulaciones son dispositivos de tecnología educativa a través de los cuales el usuario y los medios interactúan (ROEBUCK, 1978).

### 1.3. *Simulación e inteligencia artificial*

El propósito de la inteligencia artificial —como el de la simulación— es llegar a una representación plausible de la realidad. Sin embargo, mientras que la simulación desea incorporar a esta representación los sesgos, errores, heurísticos, etc, propios de la mente humana, la inteligencia artificial prescinde de cualquiera de estas restricciones psicológicas. Así pues la I. A. aprovecha la más significativa de las cualidades del ordenador: su capacidad para explorar sistemáticamente todas las posibilidades de un proceso cualquiera y de hacerlo rápidamente, cosa que el individuo no puede hacer habitualmente o no está dispuesto a emplear todo el tiempo que esta tarea requeriría.

Mientras que la mayoría de los humanos empleamos heurísticos para resolver un problema, esto es, reglas que permiten descartar o agrupar posibilidades potenciales para llegar más rápidamente a la solución, un programa de I. A. no necesita hacerlo; pero sí emplearía un algoritmo, es decir, «un método muy eficiente que conduce a una solución segura, pues genera un espacio problema exhaustivo y selecciona la alternativa mejor» (DE VEGA, 1984). La simulación, sin embargo, incorporará los heurísticos habitualmente utilizados por la mente humana.

Para nosotros, lo más importante es que, desde la implantación masiva de los microordenadores y a partir del desarrollo creciente de la inteligencia artificial como campo de elaboración teórica y de programas, hemos comenzado a abrigar seriamente la esperanza de reconstruir exhaustivamente el pensamiento humano cuando se enfrenta a tareas cognitivas complejas; y no cabe duda de que esto es lo que hace el profesor cuando enseña. Pero en cualquier caso —lo consigamos o no— la búsqueda de este objetivo está generando ya una cantidad respetable de información sobre interrogantes tales como la forma en que los profesores resuelven problemas didácticos, cómo toman decisiones para mejorar su enseñanza o qué aspectos de la conducta de los alumnos son tenidos en cuenta en dichas decisiones. Y ya esto es, por sí sólo, suficientemente relevante.

Particularmente en el ámbito de la enseñanza el problema fundamental no parece consistir en si se puede o no replicar exactamente el procesamiento humano de la información, es decir, el problema que plantea COHEN (1983) de la equivalencia funcional entre la mente y el ordenador, sino que la preocupación se dirige hacia un problema más práctico: la validez de la simulación como método útil para que profesor o alumno pongan en práctica estrategias, métodos, teorías, hipótesis, etc. con una apariencia suficiente de realidad y con una implicación similar a como si de la realidad se tratara.

### 1.4. *Sistemas expertos*

LAWLOR (1984) los define como «programas de ordenador que simulan las técnicas de solución de problemas de expertos humanos en un area específica». CLANCEY

(1983, b) considera que el diseño de estos sistemas constituye una de sus aportaciones más valiosas; concretamente se refiere a la separación que establecen entre la estructura de control y la base de conocimientos. La primera indica cuándo y cómo un programa debe realizar sus operaciones, mientras que la segunda es la base de información correspondiente a un dominio específico del conocimiento. La ventaja de separarlas se explica porque, de esta forma, se puede sustituir la base de conocimientos y, manteniendo intacta la estructura de control, obtendremos un sistema experto que simule otro dominio del conocimiento humano.

Otros autores distinguen tres niveles: además del nivel o estructura de control estarían el nivel —o base— de datos y el «nivel base de conocimientos» que consistiría en un conjunto de reglas —generalmente del tipo «si... entonces»— relacionadas entre sí de forma que constituirían una red. Un sistema de estas características requeriría de dos a cinco personas para su construcción durante un período de uno a dos años (YAGHMAI y MAXIN, 1984).

El programa GUIDON (GLANCEY, 1983) es un buen ejemplo de esta doble articulación de los sistemas expertos. GUIDON está pensando para la enseñanza de las técnicas de diagnóstico. Utiliza una base de datos denominada MYCIN que consiste en un conjunto de reglas de diagnóstico sobre enfermedades infecciosas. Sin necesidad de reprogramarlo GUIDON podría discutir sobre cualquier problema de tipo diagnóstico y resolverlo por sí mismo.

COLBOURN y McLEOD (1983) han desarrollado un sistema experto para orientar al profesor a través de las diferentes etapas de diagnóstico de dificultades en la lectura. Cuando el usuario considera que ha obtenido suficiente información, el sistema experto proporciona un informe sobre los hallazgos realizados; a partir de aquí el usuario puede planificar un programa de actuación basado en dichos hallazgos.

Sin embargo, otros autores opinan que la separación entre el conocimiento (base de datos) y las reglas que ponen en relación los conocimientos (estructura control) no caracteriza la forma en que se suelen presentar los problemas reales. La resolución de estos problemas hay que buscarla frecuentemente muy próxima al contexto donde se dan. Hasta tal punto que un conjunto de reglas dadas puede carecer de sentido si las aplicamos en un contexto diferente. A menos que dichas reglas estén descritas en enunciados tan generales que sirvan para una variedad de problemas, a costa de su complejidad y su profundidad que habrían de ser muy limitadas.

Así ALTY y COOMBS (1986) plantean la necesidad de un método «basado en el conocimiento» que se acerque al camino seguido por los estudiosos de la lógica, esto es, «la búsqueda de técnicas para el control de inferencias que sean específicas para un determinado dominio de conocimientos». Para este propósito se diseñó el lenguaje de programación LISP o «LIST Programming lenguaje»; sus autores buscaban fundamentalmente un lenguaje más flexible para el establecimiento de relaciones e inferencias entre conceptos y cadenas verbales. LISP establece redes semánticas en las que los elementos están relacionados entre sí por «reglas de producción» del tipo «SI condición ENTONCES acción».

En cualquier caso, el diseño de sistemas expertos representa para la ciencia pedagógica un gran cúmulo de problemas derivados de su todavía escasa fundamentación científica. Difícilmente encontraremos un tópico en el que la Pedagogía pueda ofrecer un conjunto de reglas y principios didácticos bien definidos en los que tenga cabida toda la gama de situaciones de aprendizaje que se pueden presentar en un contexto dado. En este sentido estamos de acuerdo con A. DE LA ORDEN (1986) en que «como requisito previo para la aplicación efectiva de la inteligencia artificial a la educación

(...) es necesario disponer de “inteligencia pedagógica natural”, que permita elaborar teorías coherentes del diseño instructivo y de la acción tutorial».

### 1.5. *Simulación e investigación*

La simulación aporta un nuevo contexto de investigación; un contexto cuyas características principales son la identificación, mientras más exhaustiva mejor, de las variables intervinientes y reproducción artificial de sus consecuencias.

No se puede decir, por el contrario, que como tal método aporte nuevas estrategias o un nuevo paradigma de investigación. En realidad sucede —tal como afirma PALYS (1978)— que la simulación no difiere mucho de la experimentación tradicional: el experimentador elige una hipótesis, determina las condiciones en que se probará dicha hipótesis, manipula las variables independientes y mide oportunamente las variables dependientes.

Otra ventaja de la simulación como contexto de investigación es la exigencia que impone al investigador de explicitar formal y exactamente su modelo o, lo que es lo mismo, la forma en que en su modelo las variables se relacionan y actúan unas sobre otras.

Pero es en el uso de la variable temporal donde la simulación ofrece una de sus principales ventajas a la investigación: la frecuencia con que un experimento puede ser repetido modificando sus condiciones es mayor que en la investigación de campo y ello aumenta también las posibilidades para replicar un experimento en contextos o con sujetos diferentes.

## 2. SIMULACIONES DIDÁCTICAS

### 2.1. *Simulaciones sobre diagnóstico*

La teoría del procesamiento de la información postula que el diagnóstico clínico está determinado por la interacción entre (a) la «memoria clínica», esto es, el conjunto de problemas, claves de interpretación de los problemas, diagnósticos, tratamientos y relaciones entre ellos, (b) la estrategia clínica y (c) el caso (GIL y OTROS, 1979; VINSONHALER, 1978). Esta es la base conceptual sobre la que, en el Instituto de Investigación Educativa de Michigan (EE UU), se vienen diseñando casos de simulación para el entrenamiento de especialistas en el diagnóstico de problemas en la lectura y la escritura.

Estos casos simulados contienen: (a) una entrevista grabada en audio con el niño, (b) un breve comentario sobre las razones que traen al niño ante el especialista, (c) toda la información recogida sobre él mediante pruebas, observaciones, etc. y (d) un índice de información disponible sobre dicho caso (PATRIARCA y otros, 1979; VINSONHALER y OTROS, 1983; POLIN y VINSONHALER, 1983).

A partir de estos casos —algunos de los cuales están implementados sobre ordenador— GIL, VINSONHALER y WAGNER (1979) estudiaron la exactitud del diagnóstico de los profesores en función de (a) si tenían una norma específica o procedimiento para recoger información sobre un caso y (b) si generaban pocas o muchas hipótesis al intervenir sobre este caso. Por su parte, VINSONHALER y OTROS (1982) desarrollaron varios estudios en los que los profesores debían diagnosticar y sugerir remedios sobre casos con dificultades de aprendizaje; sus objetivos fueron determinar:

- a) Qué tipo de información recaban los especialistas en el aprendizaje de la lectura
- b) Qué categorías de diagnóstico usan

- c) Qué acciones de remedio recomiendan
- d) Cómo se relacionan sus diagnósticos y sus tratamientos
- e) Cómo de fiables son sus decisiones

En cada caso simulado se incluyen problemas de lectura representativos e información adicional sobre el nivel académico del niño, su bagaje familiar y escolar, sus habilidades cognitivas y de lectura, su comportamiento en clase, etc. presentado todo ello en diversos dispositivos (protocolos, informes, audios, etc.).

También el programa CLIPIR —Clinical Information Processes in Reading— se propuso diseñar casos simulados sobre las dificultades en el proceso lector y observar la forma en que profesores experimentados en el diagnóstico de estas dificultades interaccionaban con ellos. Sus autores encontraron que (a) muchos basaban sus diagnósticos en un número relativamente pequeño de claves, (b) generaban su primera hipótesis muy al comienzo de la sesión, y (c) a pesar de la variabilidad en el número de claves considerado y en la cantidad total de tiempo empleado, al final identificaban correctamente las principales dificultades del sujeto (LEE y WEINSHANK, 1978).

Finalmente, también el sistema experto de COLBOURN y McLEOD (1983), que ya hemos comentado, se dirigía al diagnóstico educativo, simulado a través del ordenador. Y también trata del diagnóstico de problemas en la lectura. La simulación está diseñada sobre la base del Modelo de Diagnóstico Educativo de McLEOD que considera cuatro etapas:

- a) Retrospectiva: se revisan datos significativos de la evolución previa del niño;
- b) Definitiva: se establece la existencia o no de una dificultad de aprendizaje;
- c) Analítica: se desciende a un examen más preciso de los síntomas;
- d) Prescriptiva: se inicia la acción correctora.

## 2.2. *Simulaciones sobre planificación*

La planificación o toma de decisiones preactiva ha sido también objeto de estudio a través de simulaciones.

MITCHELL (1978) diseñó una simulación por ordenador de una clase de 30 alumnos en la que el participante, situado en el rol de profesor, toma decisiones preinstructivas y el ordenador proporciona resultados plausibles para cada una de dichas decisiones. De esta forma el profesor que se entrena puede comprobar los efectos de estrategias instructivas alternativas.

Para empezar EDSIM —Educational Simulation— pide al participante que tome algunas decisiones como que especifique lo que va a enseñar, a cuántos alumnos se va a dedicar o cuanto tiempo empleará en enfocar la atención, recordar, practicar, evaluar, autoinstrucción, etc.; en otras palabras, que defina su estrategia. EDSIM dispone de un número limitado de estrategias —26 concretamente— que el profesor puede repetir tanto como quiera; entre todas deben completar un período de 50 minutos. Inicialmente el profesor-participante recibe una «matriz de capacidad» de los alumnos. Después de cada período recibe un registro de las decisiones que ha tomado, además de una nueva matriz de capacidad, en la que se espera que aparezca una mejora en el dominio del curriculum por parte de los alumnos.

FAGAL (1982) realizó una simulación en la que se presentaba al profesor información sobre 25 alumnos ficticios (raza, sexo, C. I. y notas en varias materias; en base a esta información tomará decisiones sobre:

- a) El número de grupos que formará para el aprendizaje de la lectura, las matemáticas y las ciencias sociales, así como los alumnos que asignará a cada grupo;
- b) La cantidad de tiempo diario —de un total disponible de 240 minutos— que necesitará cada grupo;
- c) Cuánto tiempo de tutoría individual requerirá cada niño en cada tema.

A continuación el programa procesa esta información con una complicada fórmula matemática basada en el paradigma proceso-producto, para hallar las notas resultantes de los alumnos. Seguidamente se proporciona retroalimentación al profesor en forma de listas de puntuaciones con su significado, desviaciones típicas y de histogramas. Todo ello puede obtenerse tanto de un caso como del conjunto de la clase.

Por otra parte, en la Universidad de Sussex (R.U.) están desarrollando un modelo que represente el conocimiento de un profesor experto acerca de «situaciones de enseñanza» —una situación se describe en términos de presencia/ausencia de una escala de factores— y que pueda ser simulado a través del ordenador.

El TISS —Trainee Teacher Support System— es en realidad una guía mecanizada para planificar lecciones: proporciona un soporte lógico para que un profesor diseñe una lección, atendiendo fundamentalmente al tiempo y la estructura de las actividades a realizar. Concibe el plan de la lección como una «representación formal de la manipulación que el profesor hace de varias destrezas docentes para provocar el aprendizaje de sus alumnos» (WOOD, 1984, 1985).

Los últimos desarrollos de este proyecto se dirigen hacia el diseño de un verdadero sistema experto en la medida en que se proponen la búsqueda de modelos teóricos que permitan la «representación de situaciones sociales complejas en el marco de un sistema inteligente» (WOOD, 1986).

Otro programa, denominado AIMSTAR, fue diseñado para facilitar el proceso de toma de decisiones acerca de cómo y cuando un programa instructivo debe ser modificado (HASSELBRING y HAMLETT, 1984). Por su lado, el modelo MAM —Multiple Alternatives Model— pretende servir de ayuda para encontrar las estrategias adecuadas a los fines educativos que un profesor puede plantearse en entornos de toma de decisiones complejos. Utiliza el análisis de varianza y el análisis discriminante para comparar el valor de un conjunto de decisiones sobre otro (WHOLEBEN, 1984).

Merece la pena señalar, por último, un método diseñado para evaluar las habilidades de los profesores para planificar. Este método denominado PreDex —Preactivd Decision Exercises— se sirve de una serie de ejercicios, no implementados en ordenador, en los que simulan problemas de planificación que los profesores encuentran en la realidad (McNERGNEY y otros, 1983).

### 2.3. Simulaciones sobre enseñanza interactiva

La Universidad de Virginia (EE UU) viene utilizando desde 1982 simulaciones a través de ordenador en la preparación de profesores de enseñanza elemental. Estos programas funcionan con alumnos simulados, algunas de cuyas características varían —tales como entusiasmo o conocimiento de la materia— y que, durante la sesión de enseñanza pueden «responder» —a través de la pantalla— a las cuestiones que plantea el profesor (STRANG y LOPER, 1984).

Como intermediario entre el profesor usuario y el alumno simulado, este dispositivo de entrenamiento prevé la participación de un operador que permanece aislado del profesor y que codifica las interacciones y preguntas de éste, para facilitar la respuesta inmediata del alumno. La finalidad de esta estrategia es asegurar el carácter verdaderamente interactivo de la relación entre el profesor y sus «alumnos».

STRANG y LOPER (1983) han encontrado las mismas respuestas entre los profesores que eran entrenados mediante simulación que otros autores dicen haber encontrado en profesores que se desenvuelven en clases reales.

FLAKE (1975) realizó también un programa de ordenador dirigido a la formación de profesores que se basaba en la interacción entre profesor y alumno.

#### 2.4. *Orientación y simulación*

La mayor parte de los sistemas diseñados para simular el proceso de orientación lo han sido de forma que el ordenador funcione como consejero y el usuario, por tanto, como cliente. Particularmente notable ha sido en EE UU la aparición de sistemas dirigidos a la orientación vocacional de alumnos de nivel preuniversitario.

Por ejemplo SIGI (System of Interactive Guidance and Information) está diseñado para «ayudar a los estudiantes a tomar decisiones vocacionales de forma racional e informada» (KATZ, 1980). En este programa el alumno se implica en un diálogo con el ordenador en el que se examinan sus propios valores, recibe e interpreta información sobre distintas carreras y aprende estrategias de toma de decisiones; seguidamente formula planes que podrá modificar según vaya recibiendo nuevas informaciones.

CHOICES es otro sistema interactivo que puede ser utilizado por alumnos de distintos niveles para explorar y comparar diversas opciones de estudio, recurrir a banco de información laboral y contrastar esta información con las actitudes, aptitudes expectativas del usuario. PINDER y FITZGERALD (1984) probaron su eficacia mediante dos instrumentos y aplicaron el programa a 136 alumnos universitarios.

Por su parte, KRUMBOLTZ y OTROS (1982) diseñaron un experimento para determinar si el entrenamiento en la toma racional de decisiones mejoraba la calidad de decisiones vocacionales simuladas y lo verificaron a través del programa «Simulación de Decisiones Vocacionales», que implicaba al usuario en la elección de una ocupación ficticia congruente con sus propios valores.

Sin embargo existen otros sistemas en los que es el ordenador el que actúa como «cliente» del proceso orientador y que tienen como objeto principal el entrenamiento de los orientadores. Un ejemplo de este tipo de sistemas es CASE (Computer Aided Simulation of the Clinical Encounter) (HARLESS y OTROS, 1971). Uno de los principales beneficios de este modelo del ordenador como cliente es que distintos orientadores pueden interactuar con el mismo caso —el ordenador— y comparar sus distintos modelos de intervención como parte de una estrategia de entrenamiento (PHILLIPS, 1983).

#### 2.5. *Simulaciones en el ámbito de la educación especial*

TRUMBULL (1984) desarrolló una investigación para comprobar si la simulación diseñada por LLOYD (1983) es capaz de proporcionar experiencias de aprendizaje significativas para profesores de educación especial de niños deficientes medios.

En la simulación de LLOYD hay un total de 18 situaciones-problema diferentes. El usuario adopta el rol de un profesor/orientador que acaba de llegar a la escuela.

Cada situación comienza con la descripción de alguna dificultad, incluyendo puntuaciones de tests y descripciones de la conducta del alumno en clase. Después se presentan cuatro posibles opciones para tratar con la situación-problema y hay que elegir una. Puesto que LLOYD hizo una programación ramificada, el siguiente planteamiento de otra situación depende de la elección del usuario. Cada grupo de opciones ha sido puntuado por expertos con +2 (óptimo), +1 (bueno pero no óptimo), -1 (neutral y no apropiado) y -2 (pobre y posiblemente perjudicial). Si el usuario selecciona las opciones óptimas se encontrará de dos a cuatro puntos de decisión, mientras que si no lo hace se encontrará con más puntos de decisión. El usuario no conoce su puntuación hasta que no ha completado todas las situaciones problema.

En la investigación de TRUMBULL se han tomado sólo las seis primeras situaciones que representan problemas del alumno comunes en aulas «normales» y en educadores especiales. Los objetivos de esta investigación eran comprobar:

- a) Si los profesores percibían la simulación como una representación plausible de una clase real y se implicaban en ella;
- b) Si los profesores interpretaban de manera similar las descripciones que se proporcionaban y cómo estas diferencias —si las había— se relacionaban con sus perspectivas docentes y teorías pedagógicas;
- c) Puesto que las simulaciones fueron diseñadas desde una perspectiva conductista, se trataba de averiguar también si esto influía en la forma de reaccionar del usuario ante ellas.

El autor estableció como conclusiones de este estudio que los profesores no percibían esta simulación como una representación adecuada de la realidad escolar; todos manifestaron su deseo de tener más información. Además percibían que las opciones estaban limitadas por la propia ideología de la simulación.

Sin embargo, frente a estos resultados parciales, LLOYD e IDOL-MAESTAS (1983) establecieron, tras la experiencia de desarrollo de varias simulaciones en el ámbito de educación especial, que «las simulaciones por ordenador de problemas didácticos pueden convertirse en una herramienta poderosa para la formación de profesores, puesto que proporcionan un entorno controlado en el que se puede dirigir el aprendizaje hacia unos pocos detalles en cada ocasión (p. 180). Otras ventajas son: (a) los participantes no tienen que esperar semanas o meses para ver las consecuencias de acción, (b) permite a los participantes ensayar varias técnicas y estrategias sin temor al fallo o la censura y (c) exige de los participantes un rol activo.

### 3. SIMULACIONES EN OTRAS ÁREAS TEMÁTICAS

Vamos a incluir aquí sólo algunas otras simulaciones que nos ayudarán a ampliar el horizonte temático del área que nos ocupa.

#### 3.1. *Una simulación de contenido general*

El programa MAUD —Multiattribute Utility Decomposition— está diseñado para ayudar al usuario a elegir entre alternativas para solucionar un problema cualquiera. Se basa en el supuesto de que el problema se puede descomponer en factores y hace que el usuario identifique estos factores mediante aproximaciones. MAUD se relaciona con la teoría de la atribución y de los constructos personales pero, más concretamente,

su base teórica se corresponde con la Teoría Multiatribucional (Multiattribute Utility Theory) desarrollada por los propios autores (HUMPHREYS y WISUDHA, 1981).

MAUD es útil en situaciones en las que el usuario tiene cierta idea de los aspectos que configuran una situación de toma de decisiones, pero aún no conoce exactamente su estructura. También en situaciones en las que queremos conocer cómo la particular idiosincracia del sujeto se proyecta sobre una situación problemática.

En líneas generales MAUD funciona de la siguiente forma:

Pide al usuario que denomine un tópico y los factores que lo componen. A continuación va buscando las diferencias que existen entre los distintos factores tomados de dos en dos y solicita que se formulen descripciones dobles (divertido/aburrido, caro/barato) y que le asignen a cada factor el número de una escala entre 1 y 9 que mejor describa sus características. Luego halla las similitudes entre los factores y los somete a comprobación con el usuario; y presenta resúmenes y puntuaciones por factores.

### 3.2. *Simulaciones médicas*

En el ámbito de las ciencias médicas y, particularmente, aplicadas a la formación de especialista en el diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades, se han desarrollado con gran profusión en los últimos años, programas de simulación a través del ordenador.

Uno de ellos es el denominado GUIDON, que ya hemos comentado en el apartado dedicado a los sistemas expertos. Y otro importante por su amplitud es el adoptado por la Agencia Nacional de Terapia Respiratoria de EE. UU. en 1979 (REINECKER, 1983).

Este programa plantea al usuario diferentes «escenarios» que simulan situaciones realistas que se desarrollan en una Unidad de Cuidados Intensivos. Ante una emergencia el usuario ha de asumir el rol de terapeuta de enfermedades respiratorias. El programa le proporcionará la información que necesite, según la solicite, y puntuará las decisiones que tome el participante. Su uso se ha extendido en la formación y entrenamiento de este tipo de especialistas.

Otro programa, denominado HUMAN, se diseñó para simular experimentos fisiológicos sobre diversas patologías. Establece una interacción dinámica entre unas 150 variables integradas en diversos tipos de funciones: cardiovasculares, renales, hormonales, de regulación de la temperatura, etc.

## 4. DISEÑO Y LÍMITES DE LOS PROGRAMAS DE SIMULACIÓN

Nos vamos a referir aquí al diseño de simulaciones distintas de los sistemas expertos, es decir, que no emplean mecanismos complejos de representación del conocimiento y, sobre todo, que no pretenden construir una base de conocimientos exhaustiva sobre el contenido de la simulación.

El proceso de diseño de una simulación no difiere mucho del de una investigación experimental. En ambos, la primera tarea que se impone es la identificación de las variables. Las variables independientes serán los diferentes cursos de acción que podrá elegir el usuario para expresar las decisiones que crea más adecuadas en cada momento. Las variables dependientes serán aspectos significativos del tópico sobre el que versa la simulación que se verán modificados por la acción de las variables inde-

pendientes. Las posibilidades de elección de un conjunto de variables independientes —o lo que es lo mismo, la toma de decisiones— debe parecerse lo más exactamente que se pueda a las posibilidades de elección o de decisión que el usuario tiene en condiciones reales de enseñanza-aprendizaje.

Pero la faceta más importante del diseño de una simulación consiste en identificar el algoritmo que permite al ordenador establecer relaciones entre las variables dependientes y las independientes (decisiones del usuario) y expresar estas relaciones en términos de cambios de estado de las variables dependientes. Estos cambios de estado pueden ser representados de forma cuantitativa (calificaciones, escalas, puntuaciones de tests, etc.) o cualitativa (descripciones de dichos estados, de conductas o de incidentes) y constituyen el contenido de la retroalimentación que permitirá nuevamente al usuario la toma de decisiones, en un ciclo que se puede repetir tantas veces como se desee. Dicho algoritmo debe reflejar lo más exactamente posible las teorías pedagógicas fundamentadas hasta el momento, de modo que la simulación aparezca ante el usuario como un producto no arbitrario, sino justificado desde el punto de vista científico.

Por otro lado, el diseño de una simulación deberá atender a los aspectos más «formales» que aseguran la interacción entre el programa (aparentemente el ordenador) y el usuario, y garantizan la «apariencia de realidad» de la propia simulación. WALKER y HESS (1984) proponen un conjunto de reglas útiles para el diseño de estos aspectos formales, concretamente sobre la gestión de las pantallas en el ordenador, la preparación de los «menús» de opciones, alternativas para la introducción de datos, el enunciado de las preguntas, etc.

JONES (1982) también nos proporciona valiosos consejos sobre el diseño de simulaciones, al tiempo que nos ofrece ejemplos sobre simulaciones instructivas para la enseñanza de la lengua, cuya eficacia ha sido probada.

En nuestro contexto más próximo, se vienen desarrollando dos programas de simulación por ordenador:

El primero forma parte de un proyecto de colaboración científica entre las Universidades de California—Los Angeles y de Sevilla. Está siendo diseñado por SHAVELSON, OSBOID, ABEDI y ETTINGER (1987) e implica a los profesores en la toma de decisiones a partir de escenarios didácticos. Está basado en la técnica denominada «captar la estrategia de toma de decisiones» (policy-capturing) y plantea al usuario ocho “escenarios” o situaciones didácticas distintas entre sí. La distinción se establece en función de seis variables o claves: nivel académico, conducta en la clase, independencia, auto-concepto, sociabilidad y sexo.

El segundo programa al cual nos referimos, es parte de un proyecto de tesis doctoral en curso (LÓPEZ, 1986). Invita al profesor a tomar decisiones preactivas sobre las acciones que llevará a cabo para favorecer en sus alumnos el aprendizaje de la lectoescritura. El profesor, concretamente, elige las actividades que realizará, entre un repertorio que se le propone, y elige también el tiempo que dedicará a cada una de ellas. Estas elecciones tienen un efecto sobre las variables previamente establecidas y ello determina un nuevo estado en el aprendizaje de la lectura por parte de los alumnos.

En cuanto a las limitaciones, una de las principales de la simulación es que pone a disposición del usuario un repertorio limitado de opciones. Ello impide, a menudo, la elección de cursos de acción originales o divergentes, en favor de respuestas y soluciones esperadas o tradicionales. Relacionada con esta limitación, aparece también el necesario reduccionismo que se impone al modelo objetivo de representación; esta

reducción afecta a sus dimensiones espacio-temporales, a las variables o al número de personas intervinientes.

Otra limitación es la de la relación tan cerrada que se establece entre las decisiones y sus efectos. En realidad, las decisiones del profesor están mucho más influenciadas de lo que pueden estarlo en una simulación, por toda una serie de circunstancias ambientales, situacionales y propias de la ideosincracia de los participantes. La simulación, en este sentido, es restrictiva, es decir, limita o prescinde de la acción de algunas variables que en la realidad están presentes.

En definitiva, encontramos en la simulación la gran mayoría de las ventajas y de los inconvenientes que encontramos en todas las situaciones «de laboratorio», lo cual no la invalida como estrategia, sino que únicamente hace necesarios determinados requisitos que, según MARTÍNEZ (1987) son los siguientes: (a) no emplearla como metodología única, sino con otras complementarias, (b) comprobar en la realidad los resultados de la simulación y (c) implicar al alumno, directa o indirectamente, en el diseño inicial del modelo.

JULIÁN LÓPEZ YAÑEZ  
Universidad de Sevilla

## BIBLIOGRAFIA

- ALTY, J. L. y COOMBS, M. J. (1986). *Sistemas expertos: coceptos y ejemplos*. Madrid: Díaz de los Santos.
- ARACIL, J. (1983). *Introducción a la dinámica de sistemas*. Madrid: Alianza.
- CLANCEY, W. J. (1983). GUIDON. *Technical Report #9*, Stanford Univ., California Department of Computer Science.
- CLANCEY, W. J. (1983b). *The advantages of abstract control knowledge in expert system desing*. *Technical Report #7* Stanford Univ., California Department of Computer Science.
- COHEN, G. (1983). *Psicología cognitiva*. Madrid: Alhambra.
- COLBOURN, M. y MCLEOD, J. (1983). Computer guided educational diagnosis: a prototipe expert system. *Journal of Special Education Technology*, 6, 1, 30-39.
- DE VEGA, M. (1984). *Introducción a la psicología cognitiva*. Madrid: Alianza.
- DE LA ORDEN, A. (1986). Las nuevas tecnologías en la educación *Bordón*, 23, 261, 9-20.
- FAGAL, F. F. (1982). *Teacher decision-making in a computer simulated classroom*. Universidad de Syracuse. Tesis Doctoral inédita.
- FLAKE, J. L. (1975). Interactive computer simulations for teacher education. *Educational Tecnology*, 15, 3, 54-57.
- GIL, D., HOFFMEYER, E., VAN ROEKEL, J. y WEINSHANK, A. (1979). *Clinical problem solving in reading: theory and research*. East Lansing, Michigan: Institute for Research on Teaching, Michigan State Univ., Research series n. 45.
- GIL, D., VINSONHALER, J. y WAGNER, C. (1979). *Studies of clinical problem solving behavior in reading diagnosis*. East Lansing, Michigan: Institute for Research on Teaching, Michigan State Univ., Research series n. 42.

- HARLESS, W. y otros (1971). CASE: A computer aided simulation of the clinical encounter. *Journal of Medical Education*, 46, 443-448.
- HASSELBRING, T. S. y HAMLETT, C. L. (1984). Planning and managing instruction: computer-based decision making. *Teachning Exceptional Children*, 16, 4, 248-252.
- HUMPHREYS, P. y WISUDHA, A. (1981). MAUD: *An interactive computer program for the structuring, decomposition and recomposition of preferences between multiattributed altern.* Uxbridge: Brunel Univ. Final rept. tech. 543.
- JONES, K. (1982). *Simulations. A handbook for teachers.* Londres: Kogan Page.
- KATZ, R. (1980). SIGI: An interactive aid to career decision making. *Journal of College Student Personnel*, 21, 1, 34-39.
- KRUMBOLTZ, J. D. y otros (1982). Effect of training in rational decision making on the quality of simulated career decisions. *Journal of Counseling Psychology*, 29, 6, 618-625.
- LAWLOR, J. (1984). *Artificial intelligence and expert systems.* Los Alamitos, California: Southwest Regional Laboratory for Educational Research and Development.
- LEE, A. y WEINSHANK, A. (1978). *CLIPIR pilot observational study of reading diagnosticians, 1976.* East Lansing, Michigan: IRT, Michigan State Univ., R.S. n. 14.
- LLOYD, S. R. (1983). The consulting teacher simulation program. *Journal of Special Education Technology*, 6, 2, 41-49.
- LLOYD, S. R. e IDOL-MAESTAS, L. (1983). The use of computer simulation in teacher education. *Teacher Education and Special Euducation*, 6, 3, 179-185.
- LÓPEZ YÁÑEZ, J. (1986). Simulación de toma de decisiones en la enseñanza. En L. M. Villar Angulo. *Pensamientos del profesor y toma de decisiones.* Universidad de Sevilla, 362-373.
- MARTÍNEZ SÁNCHEZ, F. (1987). *Simulación mediante ordenador en la enseñanza.* Documento inédito fotocopiado.
- MARTÍNEZ, S. y REQUENA, A. (1986). *Dinámica de sistemas. 1 Simulación por ordenador.* Madrid: Alianza.
- MCNERGNEY, R. F. y otros (1983). Assessing teachers' planning abilities. *Journal of Educational Research*, 72, 2, 108-111.
- MITCHELL, P. D. (1978). EDSIM: *a classroom in a computer for lesson planning practice.* En J. Megarry (Ed). *Perspectives on academic gaming and simulation 1-2.* Londres: Kogan Page, 191-204.
- PALYS, T. S. (1978). Simulation methods and social psychology. *Journal for the Teory of Social Behaviour* 8, 341-368.
- PATRIARCA, L., VAN ROEKEL, J. y LEZOTE, L. (1979). *Simulated reading and learning disability cases: effective tools for research and teacher education.* East Lansing, Michigan: IRT, Michigan State Univ., Research series n. 29.
- PÉREZ, A. (1983). Paradigmas contemporáneos de investigación didáctica. En J. Gimeno y A. Pérez. *La enseñanza: su teoría y su práctica.* Madrid: Akal, 95-138.
- PHILLIPS, S. D. (1983). Counselor training via computer. *Counselor Education and Supervision*, 23, 1, 20-28.
- PINDER, F. A. y FITZGERALD, P. W. (1984). The effectiveness of a computerized guidance system in promoting career decision making. *Journal of Vocational Behavior*, 24, 1, 123-131.
- POLIN, R. M. y VINSONHALER, J. F. (1983). *Computer based simulated cases as a tool for teaching reading diagnosis.* East Lansing, Michigan: IRT, Michigan State University.
- REINECKER, L. (1983). Computerized clinical simulations. *Computer and Education*, 9, 1, 57-66.
- ROEBUCK, M. (1978). Simulation games and the teacher as an adaptative interventionist. En J. Megarry (ed). *Perspectives on academic games and simulations, 3* Londres: Kogan Page, 102-108.
- SHAVELSON, R. J. (1973). *What is the basic teaching skill?* *The Journal of Teacher Education*, 14, 144-151.

- SHAVELSON, R. J., OSBOLD, D., ABEDI, J. y ETTINGER, L. (1987). *Capturing teachers' pedagogical policies: a simulation*. Programa para ordenador inédito.
- STRANG, H. R. y LOPER, A. B. (1983). Microcomputers-based simulation in training elementary teachers. *Educational Technology*, 23, 10, 30-31.
- STRANG, H. R. y LOPER, A. B. (1984). A microcomputer-bases simulation of classroom interaction. *Journal of Educational Technology Systems*, 12, 3, 209-219.
- TRUMBULL, D. J. (1984). *Influence of users' teaching perspectives on their interpretations of a microcomputer simulation*. Paper presented at the Annual Meeting of the AERA, New Orleans.
- VINSONHALER, J. (1978). *Simulating the problem solving of reading clinicians*. East Lansing, Michigan: Institute for Research on Teaching, Michigan State Univ., Research series n. 30.
- VINSONHALER, J. F. y otros (1982). *Diagnosis children with educational problems: characteristics of reading and learning disabilities specialists and classroom teachers*. East Lansing, Michigan: IRT, Michigan State Univ., Research series n. 117.
- VINSONHALER, J. F. y otros (1983). *Improving diagnostic reliability in reading trough training*. East Lansing, Michigan: IRT, Michigan State Univ., Research series n. 126.
- WALKER, D. F. y HESS, R. D. (1984). *Instructional software. Principles and perspectives for design and use*. California: Wadsworth.
- WHOLEBEN, B. E. (1984) *Validating multivariate decision modeling for educational planning*. Annual Meeting of the International Society for Educational Planning, New Orleans.
- WOOD, S. (1984). *Report to steering group: observations of school tutoring groups*. Sussex Univ., Documento inédito fotocopiado, 8 pp.
- WOOD, S. (1985) *Report to steering group: a description of a posible process model for classroom situations. Progress report*. Sussex Univ., Documento inédito fotocopiado, 8 pp.
- WOOD, S. (1986). *Expert systems in teacher education. A project at Sussex University*. Sussex University. Documento inédito fotocopiado.
- YAGHMAI, N. S. y MAXIN, J. A. (1984). Expert systems: a tutorial. *Journal of the American Society for Information Science*, 35, 5, 297-305.