

EL ORDENADOR ANTE EL PROCESO EDUCATIVO: MÁS QUE UN NUEVO MEDIO TECNOLÓGICO

Ferran Virgós Bel

Catedrático de la E.U. de Ingeniería Técnica
Industrial de Barcelona

LOS ORDENADORES EN EL ENTORNO EDUCATIVO

Los ordenadores constituyen una herramienta básica aplicable en diferentes ámbitos.

La enseñanza, docencia, educación o formación, diferentes nombres para, quizás con matices (entrenamiento, «Training»), referirnos a una misma cosa es una actividad más en la que, indudablemente, los ordenadores tienen un importante papel a desarrollar. Para la aplicación de la informática en estos entornos, se han propuesto algunos marcos iniciales:

Así, Adams (1988) hace un repaso a las formas de aplicación de la herramienta (informática) a la actividad (docente). Para ello utiliza como referencia el modelo de Taylor (Taylor 1980:): «*Tutor, tool, tutee*».

Tutor, la herramienta, programada por expertos se comporta como tutor mecanizado: presenta una información, realiza preguntas, evalúa respuestas y toma ciertas decisiones sobre qué hacer a continuación (secuenciamiento).

El control del proceso está en manos del programa y, por tanto, ha debido ser previsto en el diseño y programado en la fase de codificación.

El modelo de tutor presenta claras ventajas

en un entorno de formación convencional,

* En primer lugar, las derivadas de su carácter *interactivo*.

* Porque permite una *individualización* (aunque no personalización, por lo menos con tecnología convencional).

* Incluye (o puede incluir) *la evaluación en forma integrada*.

Las posibles críticas hay que buscarlas en:

* Ciertos componentes de *Deshumanización*.

* Orientación más a *entrenamiento*, («training») que a educación. No fomenta el diálogo, ni permite preguntas concretas del alumno, ni favorece la discusión de matices o soluciones alternativas.

El aspecto técnico clásico del desarrollo de sistemas basados en el modelo de tutor radica en decidir:

* *Programación del modelo por medios convencionales* y por programadores profesionales. Aquí el desarrollo debe ser realizado por profesionales de la informática formando equipo o siguiendo el diseño de expertos docentes. En este proceso pueden producirse problemas de comunicación.

* *Utilización de lenguajes de autor*. La idea de los lenguajes de autor es facilitar que el desarrollo sea realizado por expertos en el tema

(los propios profesores) y no por profesionales en informática. Esto exige mayor simplicidad en el uso de la herramienta. Este punto es discutido por sus detractores al afirmar que la complejidad acaba siendo la misma si quiere construirse un sistema mínimamente sofisticado.

Tool, se trata de aprender a utilizar el ordenador simplemente como herramienta práctica para resolver un problema. Esta herramienta se considera a nivel de usuario final, ya sea un acceso a bases de datos, realización de una hoja de cálculo, tratamiento de textos, contabilidad, un proceso de cálculo, etc.

Tutee, en este caso es el alumno quien, de alguna manera, instruye al ordenador (programa). El ejemplo típico es el trabajo en Logo. En realidad no se pretende enseñar a programar sino que la idea consiste en que el alumno deba construir su propio modelo para luego describirlo en determinados términos, y esto le obliga a realizar un ejercicio de abstracción de sus ideas.

HABLEMOS DEL PROCESO DE APRENDIZAJE ¿EN QUÉ MODELO NOS BASAMOS?

Debemos disponer de un marco o taxonomía de aplicación de los ordenadores en el entorno docente (el apartado anterior puede constituir una primera aproximación que más adelante generalizaremos), pero cuando abordamos el tema desde el prisma de la utilización de éstos para el aprendizaje, parece evidente que necesitamos un modelo teórico en el que basarnos para aplicar la herramienta:

«no parece lógico aplicar los ordenadores a la enseñanza sin basarnos en un modelo del proceso de aprendizaje».

Rocka (1975) ya indicaba cómo no vale decir que todos tenemos un modelo implícito: hay que explicarlo si queremos integrar la herramienta en un todo homogéneo.

En este mismo trabajo se afirmaba que disponer de un modelo del proceso de aprendizaje es tarea difícil y recordaba que a nivel teórico existen dos modelos básicos:

* *Conductista* (psico-motriz o estímulo-respuesta). Según esta escuela, a partir de la experiencia, se adquieren unos hábitos y el proceso de aprendizaje se basa en la aplicación de los últimos hábitos adquiridos o en la generación de nuevos, a partir de unos mecanismos de prueba/error.

* *Cognitivo*. Para éste, existe un proceso mental donde se generan estructuras cognitivas. Las nuevas situaciones se aprenden comparando con las estructuras previas y/o aplicando éstas en la generación de otras nuevas.

A estos modelos habría que añadir los trabajos de Piaget.

GaTeI (1986) también hace un repaso a lo que llama las diferentes taxonomías de objetivos o conductuales desde la perspectiva cognoscitiva, eligiendo la visión de Benjamin Bloom que representa jerarquizada en forma de pirámide, incluyendo CONOCIMIENTO, COMPRENSION, APLICACION, Análisis, Síntesis y Evaluación.

En este mismo trabajo se elige la taxonomía presentada por Dave como representante de la perspectiva psico-motriz incluyendo las frases de: Imitación, Manipulación, Precisión, Articulación y Naturalización.

Para Rockart (1975) estos modelos, aunque muy interesantes conceptualmente, no son prácticos. Más importante que la elección del modelo, siempre según Rockart, es la utilidad de las teorías en el momento de diseñar ayudas al proceso de aprendizaje. Es decir, lo importante es presentar un modelo explícito

del proceso de aprendizaje que sea útil (operativo) como base para sugerir áreas de éxito potencial para las nuevas tecnologías. Esto es, integración de las tecnologías en el modelo para mejorarlo en su rendimiento.

Estudiando este tema y con este enfoque, Rockart encuentra en el proceso de aprendizaje 5 variables potencialmente críticas:

- * Estados o fases del proceso de aprendizaje.
- * Características del tema a aprender.
- * Características del alumno.
- * Características del profesor.
- * Características del entorno

y comienza haciendo una propuesta de modelización para la primera.

FASES DE PROCESO DE APRENDIZAJE

Rockart parte del modelo de Kolb ('experiential learning model', (Kolb 1971)). En este modelo se consideran 4 fases de evolución

experiencia → NUEVOS CONCEPTOS

que Rockart generaliza y que nosotros modificamos ligeramente para representarlo partiendo de una situación previa (conocimientos iniciales).

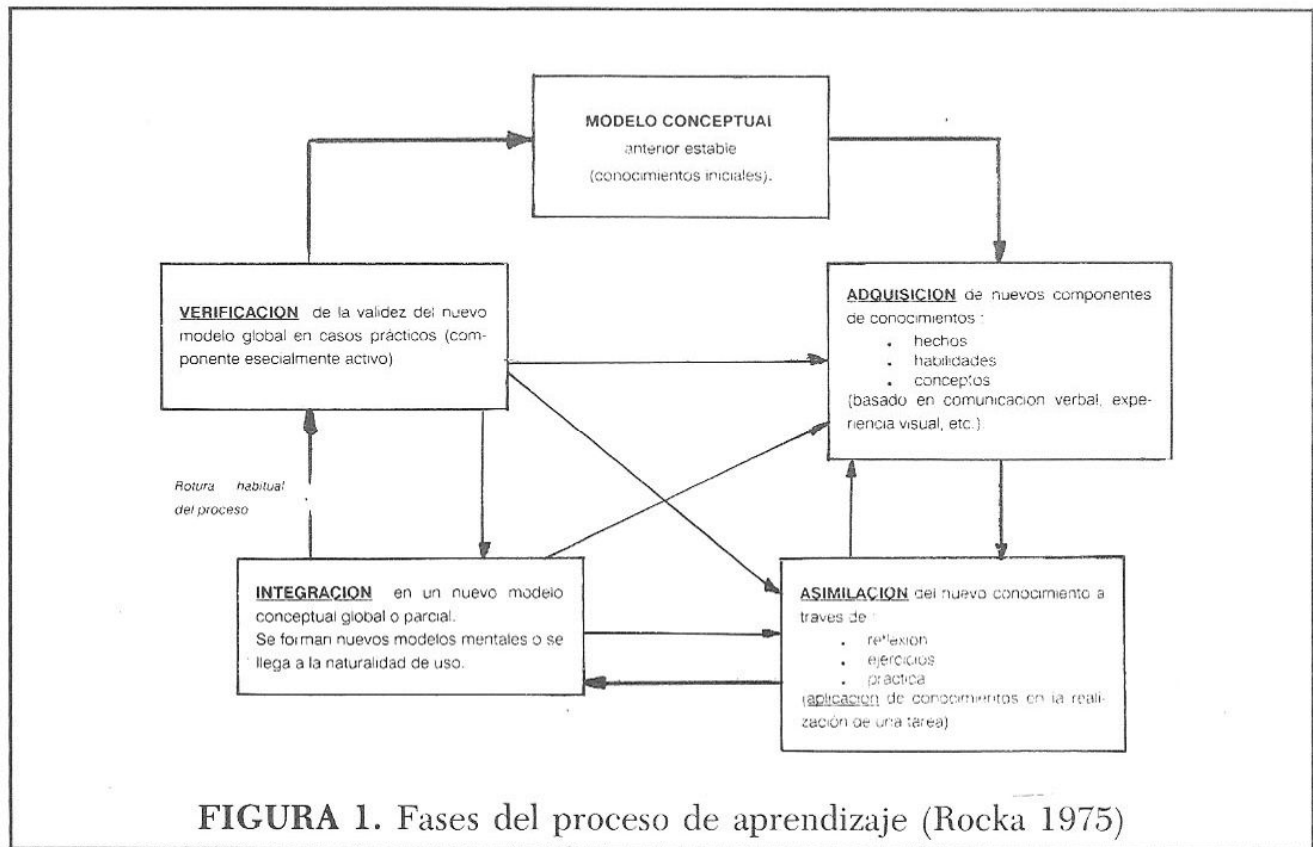


FIGURA 1. Fases del proceso de aprendizaje (Rocka 1975)

POR CIERTO, PARA ENSEÑAR ¿QUÉ MÉTODO DOCENTE VAMOS A USAR?

Si repasamos la bibliografía de métodos educativos nos encontraremos básicamente

con dos grandes familias, los métodos afirmativos y los de elaboración:

MÉTODOS AFIRMATIVOS

Se trata de transmitir determinados conocimientos sin una participación activa del alumno. Podemos diferenciar, a su vez, dos grandes

grupos:

* Métodos expositivos.

Comunicación (oral) de determinadas informaciones y razonamiento al alumno en forma básica de monólogo. El ejemplo clásico es la lección magistral universitaria.

* Métodos demostrativos.

En este caso, la comunicación se transmite a través de la visualización por el alumno de un trabajo práctico realizado por el profesor. Puede ser de una destreza básicamente manual o con contenido conceptual importante (por ejemplo manipulación de un instrumento delicado en el laboratorio para comprobar determinado comportamiento).

En ambos métodos se supone (y admite) una actitud del alumno de tipo puramente receptiva, estática, pasiva.

MÉTODOS POR ELABORACIÓN

En este caso el profesor y el alumno intervienen conjuntamente de forma activa en la realización de una tarea común. El lema resumen es aprender haciendo, participando («learning by doing»). En este grupo de métodos:

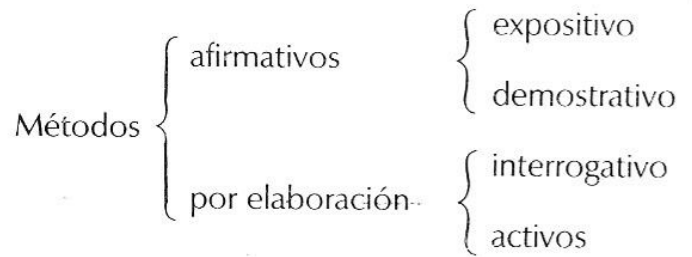
* Método interrogativo (o «socrático»).

La comunicación profesor/alumno se establece a partir de preguntas del primero.

* Métodos activos.

El alumno se convierte en sujeto y verbo, al tiempo que objeto de su propia formación gracias a experiencias con el mundo real (o un «micro-mundo» simulado) y a su investigación personal en éste. Es el caso de aprendizaje por «descubrimiento» y/o «métodos del caso» muy utilizados en la educación de adultos.

En resumen:



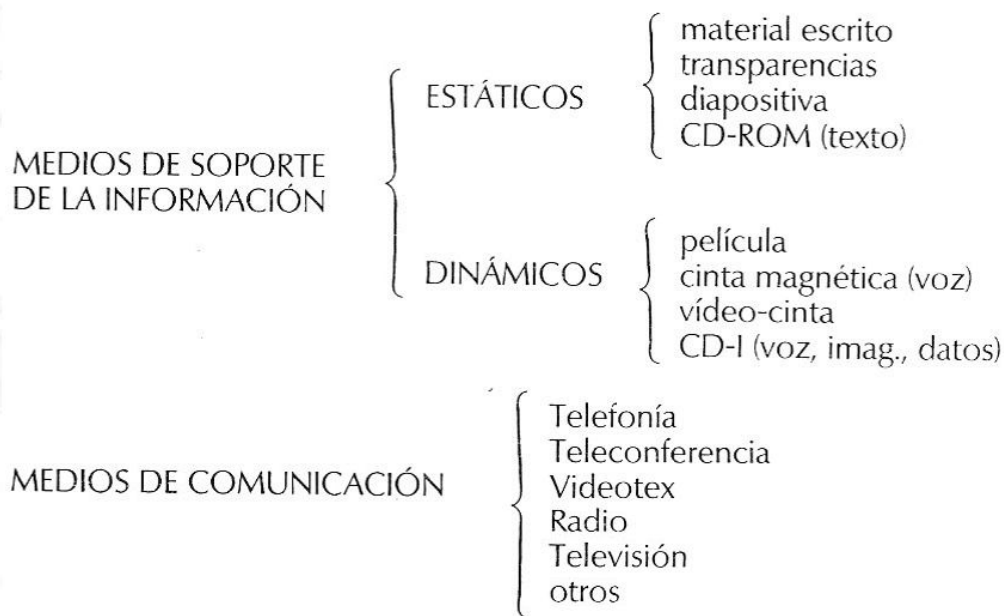
Hasta hace bien poco la mayoría de sistemas de enseñanza asistida (EAO) se circunscribían a las tres primeras fases del proceso de aprendizaje, especialmente a la primera mediante programas tutor que se limitaban a ser páginas electrónicas, o a la segunda mediante preguntas y ejercicios («drill and practice»). El método docente comúnmente usado era afirmativo, expositivo en la mayoría de casos, y sólo en alguna ocasión se acudía a un método de elaboración a través de los interrogativos.

Esta situación de utilización de los ordenadores en entornos docentes tiene un paralelismo con la que se produjo en su momento en los Sistemas de Información en general donde se comenzó mecanizando aplicaciones: facturación, contabilidad, etc. Es decir, inicialmente se pone el énfasis en aplicar la informática a aquello que más se ve, o lo más voluminoso, tendiendo a imitar la actividad más convencional del hombre, sin buscar las nuevas posibilidades de la herramienta que nos pueden llevar a lo óptimo.

MEDIOS TECNOLÓGICOS PARA LA FORMACIÓN

En este epígrafe pretendemos simplemente presentar una relación estructurada de los medios tecnológicos disponibles para la difusión del conocimiento. Podemos distinguir:

Una presentación detallada puede hallarse en Kearsley (1984). Estos medios de soporte (estáticos y dinámicos) completados, op-



cionalmente, con los medios de comunicación, deben soportar una crítica común: una interactividad nula o deficiente.

En este contexto, hay que considerar a los ordenadores como un nuevo medio tecnológico que, a primera vista, incorpora las siguientes facilidades:

* Desde el punto de vista del profesor (presentaciones), pueden actuar de pizarra electrónica generalizada (gracias a la conexión al proyector de vídeo gigante o a una solución más económica basada en pantalla de cristal más retroproyector) y sustituir a los medios estáticos (con las limitaciones impuestas por las características de salida). Hasta hace bien poco no podían considerarse una alternativa a los medios dinámicos, excepto las posibilidades de animación de algún software de presentación.

* Desde el punto de vista de material de soporte para el alumno facilita la interactividad.

* En ambos casos incorporan la posibilidad de modificación y/o adaptación del material por parte del profesor.

* Y sobre todo, su capacidad integradora.

De hecho, la potencialidad de utilización docente de los ordenadores ha existido desde el inicio de éstos. Pero ha sido con la aparición de los micro-procesadores, y en particular los denominados ordenadores personales, cuando la disponibilidad de la herramienta (potencia/coste) la han hecho una alternativa realmente aplicable.

Existen, además, algunos elementos de reciente aparición que aportan sustanciales ventajas adicionales:

Como soporte físico («hardware»), el video-disco interactivo digital, (DVI) permitiendo la integración datos/voz/imagen estática o en movimiento (Fuentes 1988).

Como soporte lógico («software»), dos aspectos relevantes:

* El concepto de «hyper-text» (Carr 1988, Saez 1989) fácilmente generalizable a «hyper-media».

* Las técnicas de Inteligencia Artificial, en particular los Sistemas Expertos (Bobbrow 1986, Fikes 1985, Leonard 1988) para un planteamiento general o Bierman 1988, Kearsby 1987, más específicos.)

APLICACIÓN DE LOS ORDENADORES EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE: LA SIMULACIÓN, UN VALOR SEGURO

Si deseáramos maximizar las ventajas potenciales de los ordenadores en los entornos docentes podríamos considerar todos los aspectos constituyentes del marco de aplicación propuesto y en el caso del aprendizaje, en las diferentes fases del mismo.

Si nos centramos en este último aspecto (aprendizaje), volvamos al modelo de Rockart (Rockart 1975). La primera variable estudiada, fases del proceso de aprendizaje, contemplaba cuatro estados: adquisición, asimilación, integración y verificación. Para completar su modelo, Rockart considera una segunda variable: las características o tipología de los conocimientos a aprender, y encuentra las siguientes posibilidades:

Hechos.- Informaciones básicas, datos, definiciones, realidades.

Conceptos básicos.- Se incluyen teorías comúnmente aceptadas. Normalmente estos conceptos se deducen o son un modelo simple de los hechos.

Habilidades.- Aquí se incluirían no sólo las manuales, sino reglas, procedimientos, métodos.

Conceptos Frontera.- Incluye los descubrimientos más recientes y temas de investigación actual o que son objeto de discrepancias.

Así, las dos variables, con sus cuatro valores posibles cada una, pueden representarse en forma de matriz bidimensional con un total de 16 celdas (Fig.2).

Ahora, se trata de ver que el proceso de aprendizaje de cada celda es distinto. Por tanto, el método de enseñanza óptimo será diferente y el soporte tecnológico deberá elegirse para adaptarse a estas diferencias. En particular, el ordenador deberá utilizarse en for-

ma distinta, con diferente estrategia y, por tanto, no siempre con las mismas posibilidades de éxito; incluso, en alguna fase, quizás su uso no sea aconsejable.

Siguiendo con este planteamiento, se tratará de elegir la mejor estrategia y la mejor herramienta para cada celda. Para ello, debemos:

- * Disponer de una relación de atributos o características deseables en cada celda.
- * Ponderar la bondad de cada medio técnico y la estrategia para esos atributos.
- * Como consecuencia, encontrar el óptimo en cada caso.

De esta manera, Rockart llega a la conclusión de que el campo óptimo para los ordenadores no está en la zona A, dominio del profesor, ni en la B, donde atribuye el dominio al material escrito.

De hecho, en la actualidad, el ordenador puede realizar una labor digna en las zonas B y C. Aunque siguiendo unas ideas apuntadas por Lipson (1980) (pag.25), podríamos argumentar que la eficacia de las estrategias docentes deben basarse en una adaptación de los mundos (modelos) alumno/profesor.

La inteligencia de los ordenadores no está todavía a este nivel, ya que las posibilidades de representación del conocimiento con la tecnología actual son relativamente limitadas. Así, la limitación del mundo del ordenador frustraría al alumno, por lo que sus posibilidades en estas zonas (B y C) y con tecnología convencional, aunque indudables, están acotadas.

Aún más, al seguir razonando cabría la posibilidad de verificar de nuevo el paralelismo de entornos Docentes/Sistemas de Información, porque en un trabajo posterior del mismo Rockart (1979), se presentaba el concepto de método CSF (critical success factor) como herramienta de Planificación de Sistemas de

		FASES DEL PROCESO DE APRENDIZAJE			
		Adquisición	Asimilación	Integración	Verificación
TIPOS DE CONOCIMIENTOS	Hechos				
	Habilidades	Zona "B"	Zona "C"		
	Conceptos básicos				Zona "D"
	Conceptos frontera	Zona "A"			

FIGURA 2. Fase de aprendizaje/tipos de conocimiento (Rockart 1975)

Información (singularmente en entornos no transaccionales). En esencia este método se basaba en el hecho de que en toda empresa existen unos factores clave del éxito y resulta imprescindible que esas actividades se realicen a la perfección. En el momento de mecanizar la organización hay que considerar prioritariamente estos factores.

En la propuesta de fases del proceso de aprendizaje de Rockart, él mismo cita que la cadena suele romperse en la cuarta fase (Verificación).

Sin duda, aplicando su propio método CSF a la docencia, Rockart, diría hoy que para asegurar un aprendizaje óptimo debemos garantizar la continuidad de la cadena y, siendo la verificación el eslabón más débil, es precisamente allí donde debemos poner énfasis. Además, es claro que en esta etapa debe aplicarse forzosamente un método activo. Así, el ordenador es una herramienta ideal en la zona D donde puede facilitar «micromundos» completos a través de la simulación.

Cuando hablamos de Simulación por or-

denador, nos estamos refiriendo a un programa en el que el ordenador simula el comportamiento de un sistema real permitiendo la interacción dinámica con el micro-mundo simulado.

En realidad, podemos considerar varios niveles o posibilidades de un programa de simulación:

* *Sistemas cerrados*, donde se suministra un modelo hermético con el que podemos interaccionar, pero donde no podemos influir para modificar sus fronteras ni su comportamiento. Tal sería el caso de un programa de entrenamiento en la manipulación de determinado panel (sea un simulador de vuelo o el control de una central nuclear).

* *Sistemas de problema definible*, donde el modelo es de tipo general y nosotros debemos facilitarle el detalle del caso a simular, tal sería una simulación de circuitos de corriente alterna donde el alumno debe definir el circuito deseado.

* *Sistemas de comportamiento definible*, en este caso, lo que se facilita es una herra-

mienta que permita definir el comportamiento del sistema. Desde el punto de vista de difusión del conocimiento, a las ventajas de verificación de un simulador, añade las de funcionamiento como «tutee», abarcando las frases de integración y verificación simultáneamente (Shachmam 1988, Overstreet 1985). Además, puede actuar de soporte a la generación de conocimiento.

Ventajas: Los sistemas de Simulación permiten completar la cadena de fases del proceso de aprendizaje con la etapa de verificación, facilitando la exploración en forma activa de un micro-mundo de difícil acceso con otros medios por razón de coste (p.e. instrumentos de laboratorio), de imposibilidad o dificultad de acceso en ese momento o de peligro de manipulación. Pero no debe pensarse en la simulación en forma limitativa en entornos de laboratorio o de manipulación de procesos, sino que deberá extenderse a todos los campos (sociología, economía, etc.) (a título de ejemplo, Kistler 1988, para un caso multidisciplinar o Gorell 1988, para problemas de comportamiento).

Limitaciones: La simulación no puede ser un elemento sustitutorio total de la práctica con el mundo real y deberá verse desde la doble vertiente de facilitar la verificación de los modelos conceptuales creados en el aprendizaje y preparar el contacto real con el mundo al que simulábamos.

UNA PROPUESTA DE MARCO DE APLICACIÓN GLOBAL

En la introducción comentábamos un marco inicial propuesto por Adams (1988). Rogers (1984) extiende un poco esta visión, pero es Knezek (1988) donde se aprecia una generalización y formalización más notables. En efecto, en este trabajo se propone una taxonomía

para aplicaciones de ordenadores en entornos educativos vista desde una perspectiva del profesional, no limitándose a la visión del alumno. Respecto a los enfoques anteriores:

En primer lugar, extiende el marco de Taylor añadiendo una cuarta T («The computer as a Topic»), aspecto ya incluido por Rogers (1984).

Además, agrupa estas 4-T en un grupo que denomina «Difusión de conocimiento» («Knowledge dissemination») pero generaliza el marco global añadiendo otros dos grupos: «Knowledge generation» e «Information management».

Ahora, pues, el nuevo marco incluye:

GENERACION DE CONOCIMIENTOS («Knowledge generation»): adquisición y análisis de datos, modelización, etc).

DIFUSION DEL CONOCIMIENTO («Knowledge dissemination»): «Topic», «Tool», «Tutor», «Tutee».

GESTION DE INFORMATICA («Information management»): Aplicaciones convencionales de Sistemas de Información.

En el trabajo citado ya se indica que esta taxonomía es una propuesta inicial que deberá sufrir necesariamente algunas modificaciones. A nosotros nos parece un buen punto de referencia, aunque nos apresuramos a decir que nos gustaría añadir explícitamente algunos aspectos que nos parecen relevantes:

* Uno de tipo general: la aplicación de tipo «psico-pedagógico» como elemento activo básico del conjunto (diagnóstico, planificación, seguimiento).

* Ayuda al profesor en el aula como «pizarra interactiva» (Moreau 1988).

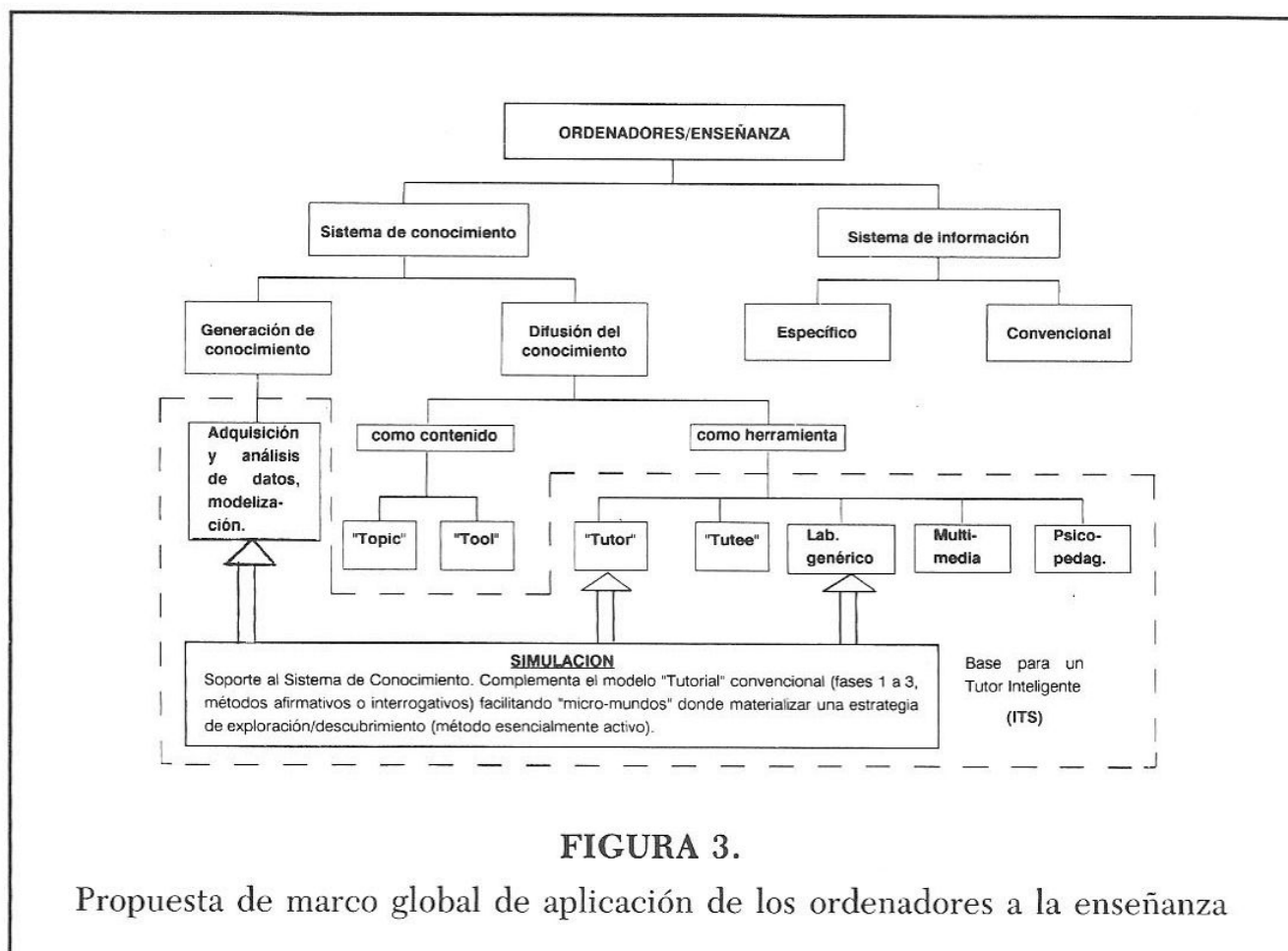
* Resaltar la importancia en la integración y control de recursos múltiples («multi-media»), en el concepto genérico de aula.

* Dentro de las aplicaciones típicas de sistema de información, destacar las específicas (generación de horarios,...).

Así, resultaría la propuesta de marco global representada en la Fig.3 donde se resalta, además, cómo la simulación por ordenador constituye un complemento ideal a cualquier planteamiento educativo basado en métodos

afirmativos o interrogativos, ya que facilita la disponibilidad de unos micro-mundos donde aplicar métodos activos de aprendizaje por exploración o descubrimiento, especialmente útiles en la fase de verificación. Nótese que

este complemento es válido independientemente del soporte tecnológico utilizado para las demás fases, sea informático o no. Es decir la simulación se presenta como una herramienta potencialmente independiente.



EL FUTURO QUE VIENE

Hemos visto como muchos de los productos de enseñanza asistida (E.A.O., C.A.I.) convencionales están basados en un simple visualizador electrónico de páginas. Se sitúan en la primera fase de nuestro modelo de aprendizaje (adquisición) y según un método claramente afirmativo.

Otros prefieren situarse en las fases segunda o tercera (asimilación, integración) proponiendo ejercicios correspondientes a una materia supuestamente conocida.

En algunos casos se parte de un método «socrático» para relacionar las tres primeras

fases situándose en una meritoria posición de elaboración.

En todos estos supuestos, el comportamiento del ordenador está basado en un conocimiento estático.

En el apartado anterior nos hemos planteado el uso del ordenador desde un punto de vista de rendimiento, eligiendo la simulación como la mejor alternativa de su uso eficiente. De este modo disponemos de una herramienta que nos permite apoyar nuestro modelo de aprendizaje en su punto más débil (la verificación o validación, así como la integración) y apoyándonos en un método activo basado en la experiencia o por descubrimiento.

Anteriormente hemos propuesto un marco global de aplicación de los ordenadores en los entornos docentes donde la simulación ocupa un importante papel de soporte para el proceso de aprendizaje. La adecuada combinación de tutor, ejercitador y simulador es, probablemente, la mejor alternativa, hoy. Pero no podemos pararnos ahí. El ordenador puede ser más que un tutor con un método afirmativo, más que un ejercitador y más que un simulador, pero ¿acaso no puede ser más que la simple suma aritmética de todos ellos?.

Merrill (1988) indica que la exploración no es suficiente como estrategia única. A ésta habría que añadir explicaciones, demostraciones, predicción y detección de errores. De hecho, para optimizar el conjunto deberíamos disponer de un asesor, consejero, o tutor inteligente que pudiera guiar el proceso docente.

Ahí es donde entra la tecnología propia de la Inteligencia artificial. Esta tecnología no tiene ningún valor docente en sí misma, pero puede llevarnos a mejorar nuestro modelo glo-

bal si la utilizamos desde una perspectiva pedagógica adecuada.

Ahora se tratará de disponer de una base de conocimientos de la materia, pero con un motor de inferencia que le permita obtener conclusiones (experto), completado con modelos del comportamiento dinámico de determinados «micro-mundos» a través de la simulación.

Al mismo tiempo, podemos volver al modelo inicial de Rockart y recuperar alguna de las variables significativas a las que había renunciado (alumno y entorno), y así añadir un modelo de cada una. Todavía podemos agregar información de estrategias docentes (información pedagógica) y medios tecnológicos para ser considerados por el módulo asesor.

Finalmente, podemos considerar la incorporación de un módulo de «front-end» o interface inteligente con el alumno que podrá actuar de ayuda para facilitar el uso.

Este nuevo enfoque se representa en la Fig. 4 y podríamos decir que es el futuro que llega.

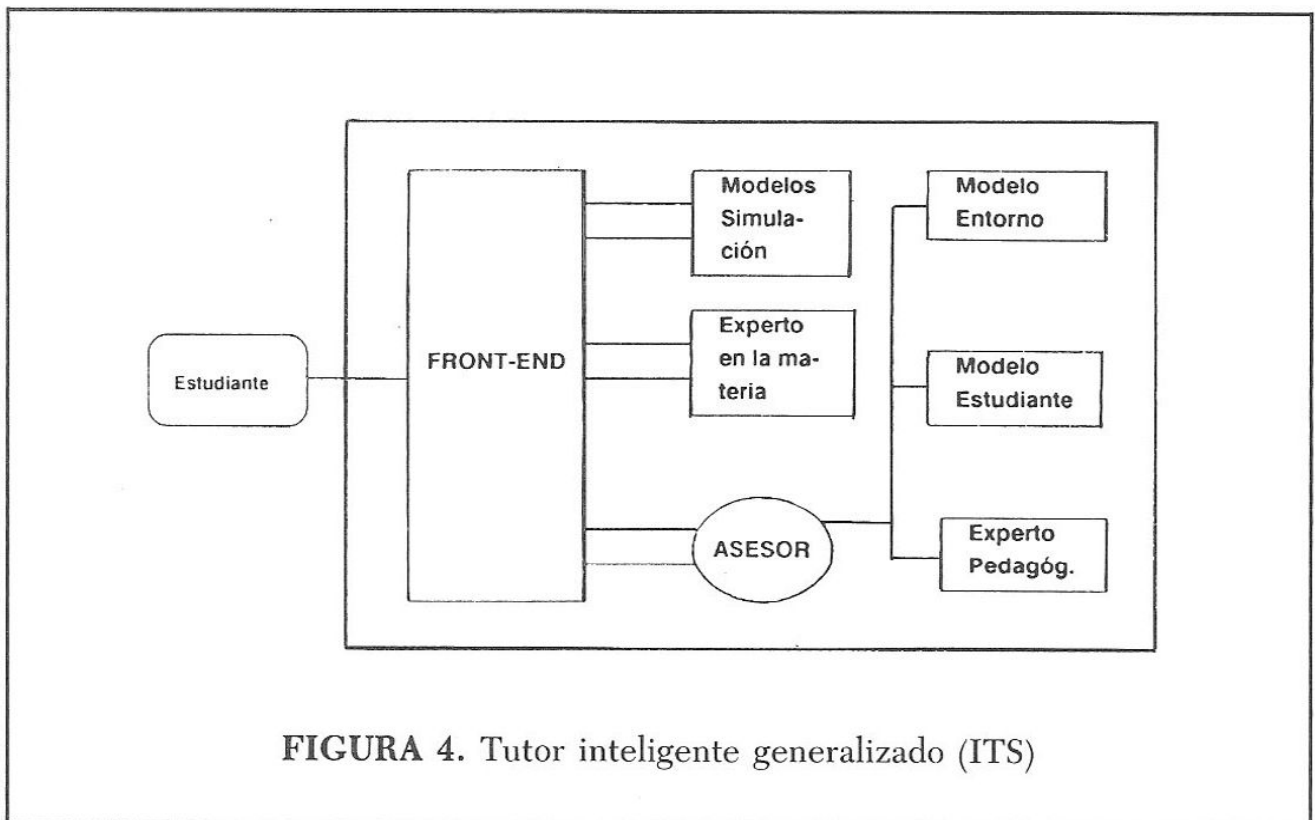


FIGURA 4. Tutor inteligente generalizado (ITS)

CONCLUSIONES

La calidad final del proceso educativo no dependerá (o al menos no únicamente) del nivel tecnológico de los medios empleados ni de su coste, sino más bien de la utilización selectiva de éstos, según las estrategias docentes más adecuadas. En este sentido, deberemos partir de un modelo de aprendizaje, de unos métodos docentes y de unos medios tecnológicos en un marco de aplicación cuyo rendimiento global deseamos optimizar.

En este entorno, no hay duda de que la simulación basada en ordenadores personales es una herramienta, que puede facilitar la materialización de un método de enseñanza activo, con gran rendimiento y bajo costo, aplicable de forma inmediata. Además, integrada con otras herramientas y estrategias, puede producir un notable efecto de sinergia.

Pero podemos ir más allá. Gracias a las técnicas de inteligencia artificial podremos llegar no sólo a integrar las diferentes herramientas y estrategias aplicables en el proceso educativo, sino generalizarlo de modo que pueda considerar más variables y dotarlo de inteligencia para adaptarlo adecuadamente. Sólo nos falta saber ¿cuándo?, ¿hasta qué punto?, ¿a qué coste?, ¿valdrá la pena?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, T. 1988. Computers in learning: a coat of many colours. *Computer & Education*.
- Aiken, R.M.; Braun L. 1980. Into the 80's with microcomputer-based learning. *Computer*.
- Ballester, E. 1988. Contribución a la simulación de los convertidores estáticos de energía eléctrica: Generador de programas de simulación. *Tesis Doctoral*. ETSEIB, UPC.
- Bierman, D.J. 1988. *Intelligent Authoring Systems, do they exist*. Wheels Europe.
- Bobrow, D.G.; Mittal, S.; Stefik, M.J. 1986. Expert Systems: perils and promise. *Communications of the ACM*.
- Bork, A. 1984. Computer futures for Education. *Creative Computing*.
- Bork, A. 1984. *Computers in education today and some possible futures*. Phi Delta Kappan.
- Bork, A. 1986. Let's test the power of interactive technology. *Education Leadership*.
- Carr, C. 1988. Hypertext: a new training tool? *Education Technology*.
- Fikes, R. & Kehler T. 1985. The role of frame-based representation in reasoning. *Communications of the ACM*.
- Fuentes, I. 1988. Discos ópticos digitales: CD-ROM, CD-I, DVI versus WORM y WRMA. *Mundo Electrónico*.
- Gabinete Técnico del I.N.E.M. 1986. Introducción a la metodología de la formación ocupacional.
- Gorell, J.; Cuevas, A. & Downing, H. 1988. Computers simulations of classroom behavior problems. *Computers and Education*. 12, 2.
- Kearsley, G. 1984. *Training and Technology*. Addison-Wesley.
- Kearsley, G. 1987. *Artificial Intelligence & Instruction*. Addison Wesley.
- Knezek, G.A.; Rachin, S.L.; Scannell, P. 1988. A taxonomy for educational computing. *Educational Technology*.
- Kistler, J.R. 1988. Expanding the simulation: an interdisciplinary approach. *Educational Technology*.
- Kolb, D.A. 1971. *Individual learning styles and the learning process*. Sloan school of management WP535-71.
- Leonard, G. 1984. *The great school reform hoax*. Esquire.
- Leonard-Barton, D.; Sviokla, J.J. 1988. *Putting expert-systems work*. Harvard Business Review.
- Lipson, J.I. 1980. Technology in science education: the next 10 years. *Computer*.
- Merrill, M.D. 1988. The role of tutorial and experiential models in intelligent tutoring systems. *Educational Technology*.
- Moreau, D.R.; Dominick, W.D. 1988. A microcomputer-based interactive presentation development system. *Computers & Education*.
- Overstreet, C.M.; Nance, R.E. 1985. A specification Language to assist in analysis of discrete event simulation models. *Communications of the ACM*.

- Ok-Choon Park; Pérez, R.S. & Seidel, R.J. 1987. Intelligent CAI: Old wine in new bottles, or a new vintage. En «*Artificial Intelligence...*» editado por Greg Kearsley. Addison Wesley.
- Preskill, H. 1988. Teachers and computers: a staff development challenge. *Educational Technology*.
- Rockart, J.F. 1975. Computers and the learning process. Sloan School. CISR WP Pt 15.
- Rockart, J.F. 1979. *Chief executive define their own data needs*. Harvard Business Review.
- Rogers, J.B. 1984. Computer use in precollege education. *Computer*.
- Saez, F. 1989. Sociedad de la mente y complejidad telemática. *Computerworld*.
- Shacham, M. & Cutlif, M.B. 1988. Authoring systems for laboratory experiment simulators. *Computers & Education*. 12, 2.
- Taylor, R. 1980. *The computer in the school: Tutor, tool, tutee*. Teachers College Press.