

Computadoras en áreas específicas de la enseñanza universitaria^(*)

Carmen Santisteban-Requena^(**)

Universidad Complutense de Madrid

Resumen: El objetivo principal de este estudio es la evaluación y el control del aprendizaje en entornos informatizados. Bajo la consideración de las componentes requeridas en modelos de aprendizaje, se han propuesto tres modelos de simulación sobre los que han actuado 129 estudiantes universitarios de la disciplina de Psicometría, con el fin de investigar cual es el mejor diseño para aumentar sus conocimientos de los conceptos básicos, su destreza en la resolución de problemas, su confianza cuando usa fórmulas y, adicionalmente, su bienestar cuando la computadora actúa como instrumento educativo.

Palabras clave: Aprendizaje humano; aprendizaje mediante computadora; enseñanza de la psicometría; simulación mediante ordenador

Title: Computers in specific areas of university teaching.

Abstract: The main goal of this study is the evaluation and control of learning in computerized instructional environments. Considering the components of learning and performance models, tree simulation models and experiences on University student of Psychometry have been carried out to investigate the better instructional design to increase their knowledge of the basic concepts, to enhance their problem-solving skills and their sense of self-confidence using formulas and, additionally, to increase their comfort with computers as an educational tool.

Key words: Human learning; computerized Instruction; Psychometry teaching; computer simulation

^(*) Este trabajo está financiado por la CICYT (PA85-0164-C02-02)

^(**) **Dirección:** Deptº de Metodología de las Ciencias del Comportamiento. Facultad de Psicología. Universidad Complutense. Campus de Somosaguas, 23028 Madrid (España)

Introducción

La introducción de los medios tecnológicos en el ámbito de la enseñanza ofrece *a priori* la posibilidad de un enriquecimiento en los modos de adquisición de conocimientos. Sin embargo, hay que preguntarse sobre cuáles son los beneficios esperados de la utilización de estas nuevas tecnologías, y cuáles son los cambios a introducir en los métodos, organización, contenidos, interrelaciones, etc. en la impartición de las materias.

El objetivo de este trabajo, que forma parte de una investigación más amplia sobre desarrollo y evaluación de sistemas de autor adecuados a áreas específicas de la enseñanza universitaria, es el de investigar cómo se deben diseñar los medios destinados a la enseñanza de la Psicometría y de disciplinas afines, como la Bioestadística o la Estadística Aplicada a las Ciencias Humanas y Sociales, en las que la mayor parte de sus métodos hacen uso y toman como base formal los contenidos de otras que son, generalmente, de naturaleza estadístico-matemática.

Se trata de diseñar los medios computarizados de manera que se trasciendan los aspectos más triviales del aprendizaje repetitivo, poniendo el énfasis en las estrategias heurísticas de aprendizaje y en la estimulación y el desarrollo de capacidades de resolución de problemas.

No olvidamos que en la interrelación estudiante-computador intervienen, entre otros, factores actitudinales, de estrés y demográficos (Kagan y Pietron, 1987). Estas variables las hemos tenido en cuenta en nuestros estudios generales sobre el rendimiento en disciplinas específicas, entre ellas la de Psicometría, en la que los sujetos muestran distintas actitudes hacia las computadoras y en los que, el desconocimiento total o la no familiarización con ellas, produce una gran ansiedad en los estudiantes ante la necesidad, o ante la consideración de la necesidad, de su uso. Específicamente en Psicometría y disciplinas afines, como son todas las metodologías aplicadas a las Ciencias de la Salud y del Comportamiento, los estudiantes harán uso del ordenador al menos en dos vertientes, una puede provenir de la utilización de *software* educativo con los contenidos propios de la materia, y la otra viene impuesta por la necesidad de uso de paquetes de programas estandarizados, generalmente de naturaleza estadística, que son imprescindibles para el tratamiento de los datos en el proceso de resolución efectiva de los problemas.

En los resultados de los experimentos que se presentan en este estudio se pretende haber eliminado los efectos de las citadas variables, ya que se introdujo a cada uno de los sujetos en los "secretos" de la máquina, hasta que declaraba sentirse "cómodo" con ella. Este extremo se comprobó a través de las valoraciones hechas con el test propuesto por Montag, Simonson y Maurer (1984) en distintos momentos del proceso puesto que, de acuerdo con Kagan y Pietron (1987), Linn (1985) y Nowaczyky (1984), entre otros, en la tarea de aprender a usar los computadores, las aptitudes cognitivas generales solo son marginalmente relevantes.

El material de uso para los alumnos fué el *software* educativo producido por la autora (Santisteban, 1988). Como soporte para evaluar el material se utilizó la versión básica del sistema de autor SIETE (Vaquero et al., 1986).

Experimentos mediante simulación

Se han simulado situaciones que actúan como indicadores de cómo se llega a la solución, correcta o no, y de si para dar esa solución se ha puesto en funcionamiento un esquema de estructuras que tienen como función registrar si el conocimiento se produce o no de forma organizada.

Con el fin de acceder a la descripción de las posibles diferentes etapas por las que pasa el sujeto en el proceso de resolución de la tarea, se han propuesto diferentes modelos con diferentes niveles de dificultad. El éxito en la solución de los problemas depende de la disponibilidad en los sujetos de cierto tipo de representaciones conceptuales y de una red de interrelaciones entre ellas.

Sujetos

Los sujetos que ejecutan la tarea actúan a modo de usuarios y no constituyen una muestra propiamente dicha. Se seleccionaron pseudoaleatoriamente del conjunto formado por los tres grupos de estudiantes de la licenciatura en Psicología sobre los que, en dos cursos consecutivos, se realizó el estudio sobre la evaluación y control de la incidencia de sistemas de autor adecuados a áreas específicas de la enseñanza universitaria.

El número de sujetos que formaron parte de este grupo experimental fue de 69 (veinte y tres por cada uno de los grupos) en el curso 1987-88 y de 60 (veinte por cada grupo) en la fase experimental del curso 1988-89.

Modelos

MODELO A

Niveles

Nivel 1.- En el modelo diseñado para evaluar el primer nivel, la tarea que se pide realizar a los alumnos se limita a clasificar términos dentro de las clases indicadoras de conceptos que gozan de ciertas características comunes. Con ello se hace una aproximación al conocimiento de si el sujeto, con la información que se le ha dado en el texto según la guía básica de estudio de la Psicometría con unidades informatizadas (Santisteban, 1988), está capacitado para organizar la información en categorías que correspondan a los distintos conceptos implicados. Así, por ejemplo, se reconoce que un problema de fiabilidad es un problema de precisión, que no de explicación o de representación.

Los esquemas implícitos en el modelo son esquemas de movimiento, que hace que el sujeto pase los términos de un conjunto a otro cuando se modifica, aunque sea levemente, el etiquetado con el que se ha definido la categoría.

En la ejecución de la tarea, los estudiantes, unas veces construyen categorías, otras, reagrupan los elementos dentro de las categorías para obtener subcategorías, y en otras

ocasiones lo que se les pide es que conserven o eliminen los elementos cuando se les dá una reestructuración de categorías a partir de una inicial.

En este nivel el modelo hace que se construya un esquema de identificación.

Las implicaciones de este primer nivel se extienden exclusivamente a que se ponga de manifiesto la corrección y la amplitud del conocimiento, así como la de sus relaciones.

Nivel 2.- El establecimiento de las relaciones se refuerza en un segundo nivel en el que se adquiere la habilidad de identificar la pertenencia simultánea a dos o más conjuntos. El modelo, en este segundo nivel, tiene disponibles dos esquemas, un esquema de equivalencia y un esquema de transferencia.

Nivel 3.- En un tercer nivel se plantea la resolución de un problema lógico haciendo uso de los conceptos adquiridos.

Resultados

En la Tabla 1 se dan las frecuencias relativas de sujetos experimentales en cada uno de los niveles del modelo, en relación con el éxito en la ejecución de la tarea.

Tabla 1

Graduación de la Respuesta	Niveles:	M O D E L O A		
		I	II	III
Totalmente Correcta (TC)		84	80	79
Más del 50% Correcta (C>50)		32	36	37
Menos del 50% Correcta (C<50)		13	13	13

Esta distribución de frecuencias, sin embargo, explica muy poco sobre el proceso, si no se da complementariamente la información para identificar a los sujetos de los que provienen dichas respuestas en la secuencia de ejecución de los niveles, lo que se explicita a través del diagrama de flujo de la Figura 1.

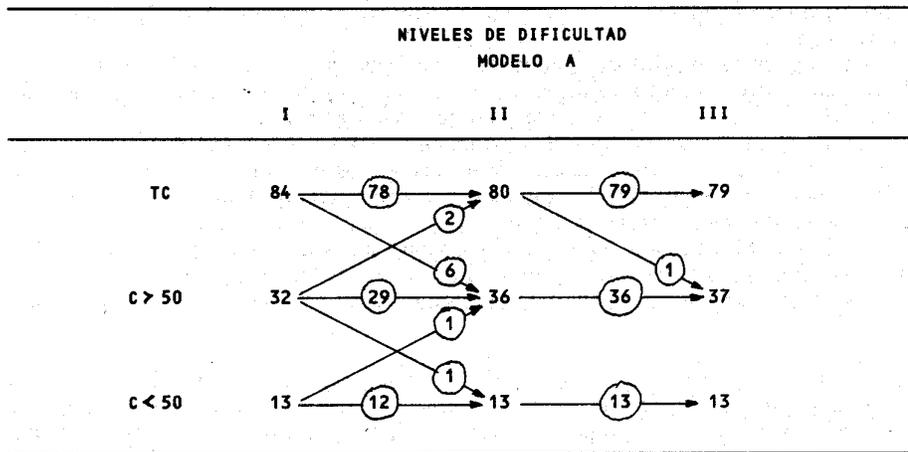


Figura 1

En el diagrama se puede observar que la pérdida de paso del nivel I al II es de cuatro unidades, sin embargo, la pérdida real experimentada en relación con el nivel correcto de ejecución, es de seis unidades, cuando se considera el paso de la ejecución totalmente correcta (TC) en el primer nivel a la correcta en más de un 50% (C > 50) en el segundo nivel. Esta pérdida se ve reducida solo a cuatro unidades al producirse una ganancia de dos para el nivel II, que son unidades provenientes de una categoría inferior, en la categorización dada a la ejecución correcta en el nivel I.

Una explicación análoga puede darse para el flujo de paso entre otros niveles y categorías. Información que viene resumida en la Tabla 2.

Los resultados muestran que, aproximadamente el 99% de los sujetos que simulan bien la tarea dan solución a la estructura lógica, lo que viene avalado por, y a su vez viene a avalar a, la teoría del requerimiento previo del conocimiento semántico para abordar los procesos de resolución de problemas.

Conclusiones

A la vista de los resultados se concluye que la dificultad en la resolución de las tareas se debe más a la construcción inadecuada de la representación inicial del problema planteado, que a la propia ejecución, coincidiendo así con las teorías de, entre otros, Briars y Larkin (1984) que asumen que entre los distintos tipos de conocimiento, el más importante para la representación del problema es el conocimiento conceptual, que conduce a la selección adecuada de las redes y los esquemas de acción que llevan a la solución.

MODELO B

En este modelo se simulan tareas de resolución de un tipo de problemas, aparentemente similares, pero en los que se varía la formulación verbal y la cantidad de información contenida tanto en el enunciado como en la respuesta requerida (Santisteban y Salinas, 1989; p.478).

Los problemas se plantean en términos propios del contexto de la disciplina de Psicometría. En relación con los contenidos de la Teoría Clásica de las Puntuaciones-Verdaderas, se propusieron tres tipos de problemas con cuatro formulaciones verbales diferentes y con otros tantos grados de de información para cada uno de ellos. Otros tres tipos de problemas se propusieron con conceptos y terminología propias de la Teoría de la Respuesta al Item, con tres formulaciones verbales diferentes y dos niveles de información para cada uno de ellos.

Resultados

La valoración se ha realizado teniendo en cuenta los resultados individuales para cada uno de los tipos de problema, en relación con la rama, los pasos y el número de nodos que alcanza el sujeto en un diagrama en árbol, y con las veces que acude a la "ayuda" y al "repasso" de conceptos incluidos en los temas.

La información obtenida, por ejemplo, para el sujeto MA en el problema TIPO I, se resume en la Tabla 3 en el diagrama de la Figura 2.

Tabla 2. Unidades de paso y porcentajes

FLUJO	Niveles I II							Niveles II III												
	Unidades			Porcentajes							Unidades			Porcentajes						
				Flujo				Total						Flujo				Total		
	n	g	p	Fn	Fg	Fp	Tn	Tg	Tp	n	g	p	Fn	Fg	Fp	Tn	Tg	Tp		
TC ↔ C > 50	78	2	6	92.85	6.25	7.14	60.46	1.55	4.65	79	0	1	98.75	0	1.25	61.24	0	0.77		
TC ↔ C > 50	29	0	0	90.63	0	0	22.48	0	0	36	0	0	100	0	0	27.90	0	0		
C > 50 ↔ C > 50	12	1	1	92.30	7.69	3.12	10.07	0.77	0.77	13	0	0	100	0	0	10.07	0	0		

Tabla 3

		Informacion				Solucion	
		1	2	3	4		
F o r m u l a c i o n	a	Pasos	10	6	6	4	Total
		Nodos	3	3	2	1	
		Ayudas	5	3	0	0	
		Repasos	1	0	0	0	
V e r b a l	b	Pasos	6	4	1	1	Total
		Nodos	3	2	1	1	
		Ayudas	2	1	0	0	
		Repasos	0	0	0	0	
e r b a l	c	Pasos	16	12	8	6	Parcial
		Nodos	6	5	4	4	
		Ayudas	4	4	4	2	
		Repasos	2	1	1	0	
l	d	Pasos	6	6	4	2	No válida
		Nodos	2	2	2	1	
		Ayudas	2	0	0	0	
		Repasos	1	0	0	0	

En relación con la información que proporcionan la totalidad de los sujetos, los resultados muestran que, en el 95% de los casos, la resolución correcta de un tipo de problema no implica la de otro similar si se cambia la cantidad de información, observándose además que sólo un 20% de los sujetos muestran resistencia a los cambios de estrategia cuando se les cambia la formulación verbal.

Es importante observar las diferencias entre los porcentajes relativos de flujo dentro de un mismo estado, en relación con la permanencia y el total, tanto en los cambios de nivel de I a II como de II a III, y que vienen representados en las columnas F_n y T_n .

Conclusiones

De los resultados se desprende que, aún para estudiantes que han alcanzado el más alto de los niveles de instrucción, en las estrategias que se plantean para la solución de problemas, existe una fuerte dependencia de la cantidad de información y de la formulación verbal, facilitando o dificultando la tarea. Lo que nos lleva a concluir que, al menos en estos aspectos, el aprendizaje en universitarios, no se diferencia de los resultados observados en los procesos de aprendizaje en escolares (De Corte, Verschaffel, y De Win, 1985).

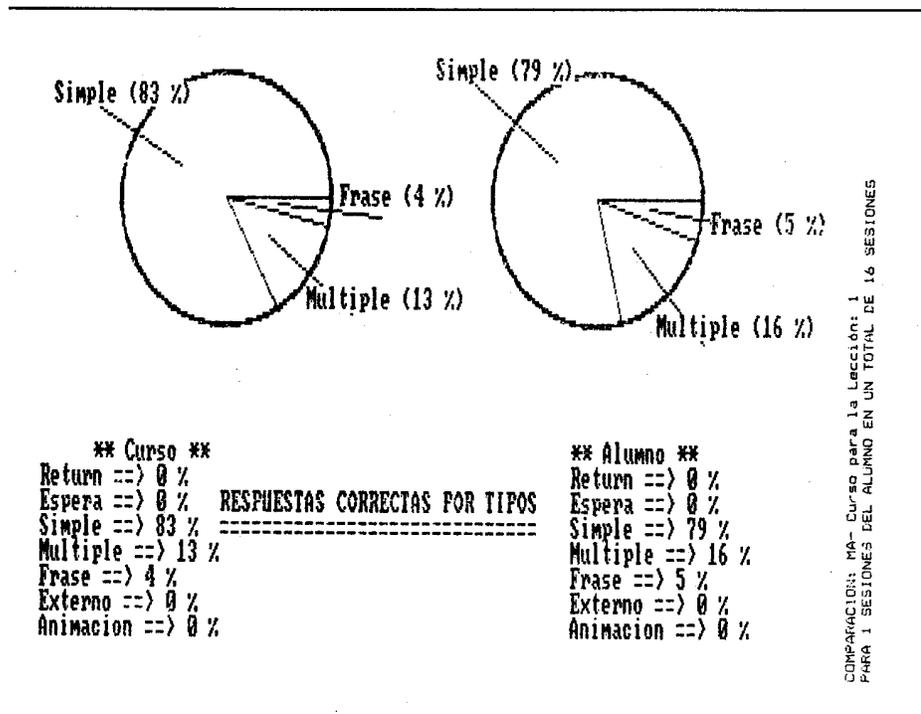


Figura 2. Diagrama de la forma en que se produce el repaso en el sujeto MA

El hecho probado de que las estrategias de solución están en función de la información previa y de los niveles individuales de los sujetos en relación con las operaciones de abstracción y de integración de la información, se pone de manifiesto en esquemas tan sencillos como el de la búsqueda paso a paso de la longitud óptima para un determinado test psicométrico a) cuando sólo se ha hecho explícito que la fiabilidad puede mejorarse aumentando su longitud con elementos paralelos, b) cuando se muestran gráficamente las variaciones de la fiabilidad al aumentar o disminuir la longitud de los tests, c) cuando se hacen intervenir conceptos como los de la variabilidad de los elementos muestrales, la consistencia interna de los elementos, o bien la cantidad de información que cada ítem aporta al conjunto.

Se concluye, por lo tanto, que en el aprendizaje de la Psicometría existe una fuerte influencia de la formulación verbal y de la cantidad de información requerida para alcanzar ciertos nodos, así como de los niveles individuales de abstracción e integración de la información. Sin embargo, el aspecto que sin duda muestra que es el de mayor relevancia, es el conocimiento conceptual, que conduce a selección adecuada de un árbol

y de un esquema de acción para acceder a la solución, ya que es necesario que el *input* verbal se transforme en una representación conceptual, antes de entrar en la representación abstracta del problema y en las estrategias apropiadas que conducen a su solución.

MODELO C

Este modelo se diseña con el fin de investigar la influencia que tiene en el aprendizaje de la Psicometría y disciplinas aplicadas afines, la formulación, la longitud de la fórmula y el grado de abstracción en la representación de su significado.

El modelo genera formulas que se corresponden con conceptos ya conocidos por los alumnos en las disciplinas de Estadística, poniéndolas ahora en relación con los conceptos y métodos propios de la Psicometría y de las Ciencias Sociales.

Se manejan 30 formulas conteniendo un número variable de símbolos. El número de simbolos está entre dos, para la formula más simple, y siete para la más compleja.

En la ejecución hay implicadas tres tipos de tareas, una consiste en la representación simbólica de un enunciado verbal, otra, en la mera interpretación de los símbolos con variaciones en la ubicación de la fórmula dentro del texto, y otra, en la modificación de una fórmula dada para adaptarla a la información relevante que con posterioridad se ofrece al sujeto.

Resultados

En la representación simbólica de un enunciado verbal, los mejores resultados se alcanzan cuando la situación que se representa es una situación concreta, estando en desventaja, en cuanto a la representación y comprensión del concepto, los mismos sujetos que constituyen el 10% de aquéllos que no lograron más de un 50% de respuestas satisfactorias en el proceso de ejecución del Modelo A.

Se ha encontrado una fuerte relación ($R=0,62$) entre la corrección en la interpretación de la fórmula y la frecuencia relativa del lugar donde se presenta su ubicación en el texto, habiéndose rechazado previamente, al nivel de significación $c = 0,001$, el supuesto de independencia entre la correcta interpretación y la ubicación de la fórmula: $X^2 > 13,81$ para 2 g.l. y $X^2 > 18,46$ para 4 g.l.

En la ubicación de la formula se consideran tres categorías, la primera es aquella en la que la fórmula se da como punto de partida, se considera una segunda categoría cuando la fórmula se incluye como explicación formal paralela al desarrollo verbal en el texto, y por último, se considera el caso en que la fórmula se da al final, como representación simbólica de la formulación verbal del problema, respondiendo a una cierta estructura semántica.

La independencia se ha contrastado a partir de los datos de frecuencias en dos tablas de contingencia. En ambas se consideran las tres categorías señaladas en la ubicación de

la fórmula, si bien en la consideración del tipo de respuesta se han hecho dos clasificaciones, una de correcta e incorrecta y otra en la que las categorías eran las de IC = interpretación correcta, IA = interpretación acertada aunque incompleta, IE = interpretación incorrecta.

No se ha podido probar la influencia, positiva o negativa, de la longitud de la fórmula, aunque sí se ha comprobado que ninguno de los sujetos situados en la categoría más baja en la valoración de la ejecución ($C < 50$) da respuesta correcta a fórmulas que incluyen cuatro o más símbolos.

En cuanto a las reformulaciones propuestas, solamente 29 de los estudiantes las han ejecutado todas correctamente, y se ha podido comprobar que todos ellos han ejecutado correctamente todo tipo de tareas y que, adicionalmente, son los que han llegado a la resolución correcta de los problemas planteados en el modelo B, con el menor número de pasos.

Conclusiones

Si en la resolución de los problemas están presentes el conocimiento de las estrategias y los esquemas de acción que relacionan la representación de la situación que presenta el problema con sus procedimientos de resolución, el éxito del estudiante en el entendimiento de la formulación simbólica depende de la disponibilidad que tenga en la memoria de las correspondientes representaciones conceptuales, en un esquema organizado de elementos y relaciones. Por lo tanto, la generación y presentación del *software* educativo, debe hacerse de manera que facilite al estudiante el establecimiento de las adecuadas correspondencias entre la información que la fórmula matemática representa, con dicho esquema de elementos y relaciones.

Referencias

- Briars, D.J. y Larkin, J.H. (1984). An integrated model of skills in solving elementary word problems. *Cognition and Instruction, 1*, 245-296.
- De Corte, E., Verschaffel, L. y De Win, L. (1985). Influence of rewording verbal problems on children's problem representations and solutions. *Journal of Educational Psychology, 77*, 460-470.
- Kagan, D.M. y Pietron, L.R. (1987). Cognitive level and achievement in computer literacy. *The Journal of Psychology, 121* (4), 317-327.
- Linn, M.C. (1985). The cognitive consequences of programming instruction in classrooms. *Educational Researcher, 15*, 14-29.
- Montag, M., Simonson, M.R. y Maurer, M. M. (1984). *Test administrator's manual for the Standardized Test of Computer Literacy and Computer Anxiety Index*. Ames, Iowa: Iowa State University Research Foundation.
- Nowaczyk, R.H. (1984). The relationship of problem-solving ability and course performance among novice programmers. *International Journal of Man-Machine Studies, 21*, 149-160.
- Santisteban, C. (1988). *Estudio de la Psicometría con unidades informatizadas*. Facultad de Psicología. Universidad Complutense. Madrid.

- Santisteban, C. y Salinas, J.M. (1989). Análisis de los tests de inteligencia utilizando la Teoría de la Información. *Revista de Psicología General y Aplicada*. 42 (4), 475-482.
- Santisteban, C. y Vaquero, A. (1989). Evaluación y control del aprendizaje en entornos de enseñanza informatizados. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*. Tomo LXXXIII, Cuaderno 2.
- Vaquero, A., Fernández, C., Sánchez, J.M.; Troya, J.M. y Hernández, L. (1986). SIETE: Sistema Informatizado en Español para el Desarrollo de Temas de Enseñanza. *Rev. Real Ac. Tomo LXXX*;3, 473-476.

Original recibido: 18-6-1990

Aceptado: 4-7-1990

