

EVALUACIÓN CONTEXTUALIZADA DE SOFTWARE EDUCATIVO

Fernando Javier Lage^{1,2}, Zulma Cataldi^{1,2}, Yuriy Zubenko¹, Raúl Pessacq³ & Ramón García Martínez^{4,2}

1. Laboratorio de Informática Educativa. FI - UBA

2. Laboratorio de Sistemas Inteligentes. FI - UBA

3. Facultad de Ingeniería UN La Plata

4. Instituto Tecnológico de Buenos Aires

informat@mara.fi.uba.ar

RESUMEN

Este trabajo forma parte de una serie de investigaciones relativas al diseño, desarrollo y evaluación del software educativo. Estas investigaciones pretenden no sólo dar cuenta de la problemática con que se enfrentan quienes desean incorporar las aplicaciones informáticas a sus prácticas educativas, sino de brindarles una solución informática para sus desarrollos.

En este artículo hemos considerado pertinente presentar la evaluación contextualizada del software desarrollado de acuerdo a la metodología extendida que hemos propuesto en trabajos anteriores, como eje central para considerar el logro de la significatividad de los aprendizajes, contrastándola con un programa realizado sin una metodología que contemple los aspectos pedagógicos en su desarrollo.

Palabras Clave: *Informática Educativa.*

1. INTRODUCCIÓN

Se presenta una evaluación de un software educativo en un contexto educativo similar a aquel para el cual fuera creado el programa. Los resultados de este tipo de evaluación se consideran como los más representativos ya que dan cuenta de las reacciones de los potenciales usuarios ante el programa y da cuenta de la eficacia del producto. (Fainholc, 1998).

Para ello se tienen en cuenta las variables involucradas en el proceso de enseñanza y de aprendizaje tales como: el docente y estilo docente, tipo de alumnos destinatarios, el tiempo y modo de uso del software, el currículo, entre otras.

Primeramente se formulan y se describen las etapas preparatorias y, posteriormente se presentan las experiencias realizadas a fin de establecer las diferencias en cuanto a logro de aprendizajes significativos entre un software desarrollado con una metodología extendida para cautelar los aspectos pedagógicos, partiendo de una metodología clásica de la ingeniería de software (Cataldi et al., 2000) y uno de idéntica funcionalidad desarrollado con una metodología estándar.

Para desarrollar el software con la metodología extendida a fin de cautelar los aspectos pedagógicos, se tuvo en cuenta la ampliación de la matriz de actividades, considerando desde la ingeniería de software un ciclo de vida de prototipado evolutivo clásico y para cautelar los aspectos pedagógicos desde las ciencias de la educación se tomó la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1973) y los mapas conceptuales de Novak (1984).

Para la experiencia, se formaron dos grupos equilibrados mediante la definición de pares homólogos: uno de control, llamado A y otro experimental ó B.

La idea de la creación de pares homólogos surgió a raíz de la necesidad de llevar a cabo una experiencia con dos grupos equilibrados cuya respuesta ante los aprendizajes de los conceptos fuera similar. Para definir grupos equilibrados, se partió de la aplicación del test de matrices progresivas de Raven (1979) a los sujetos.

Luego de una evaluación diagnóstica inicial, ambos grupos, en conjunto recibieron la misma instrucción acerca de los aspectos teóricos, mediante clases expositiva, siendo el tema desarrollado: el funcionamiento interno de una computadora personal. Luego, al grupo de control "A" se le mostró aspectos inherentes a la lógica de funcionamiento mediante un software desarrollado con una metodología que no contemplaba los aspectos pedagógicos y al grupo experimental "B", mediante un software desarrollado con la metodología extendida.

Una vez realizadas las experiencias, se verificó el rendimiento de los alumnos mediante la aplicación de la misma evaluación para los dos grupos, la prueba fue diseñada específicamente, para saber si los alumnos habían logrado la incorporación de los conceptos nuevos en su estructura cognitiva y podían transferir desde otras áreas del saber y hacia otras áreas, si podían establecer algunas de las *actividades de comprensión* o "*procesos de pensamiento*" previstas en la programación didáctica tales como: explicar relaciones causa efecto, formular conclusiones válidas, describir limitaciones de los datos, confrontar conocimientos nuevos con previos, clasificar y seleccionar información, producir, organizar y expresar ideas, elaborar mapas conceptuales (teniendo en cuenta la reconciliación integradora y la diferenciación progresiva), integrar el aprendizaje en diferentes áreas, inferir correctamente, evaluar el grado de adecuación de las ideas, presentar argumentos pertinentes frente a fenómenos, defender un punto de vista y fundamentar criterios, resolver problemas elaborando estrategias metacognitivas, entre otras.

Con esta evaluación se intentó tener una medida acerca de la comprensión del tema y sus relaciones, lo que implica el compromiso reflexivo del alumno con el contenido de enseñanza y la habilidad para articular significativamente el material comunicado por acciones de guía (Cedipro, 1998).

Finalmente, como una medida indirecta de ello, se aplicó a los notas obtenidas por ambos grupos un test estadístico de comparación para muestras pequeñas, obteniéndose las conclusiones que se enuncian.

2. FORMULACIÓN DE LA TESIS Y ETAPAS PREPARATORIAS

La tesis a demostrar experimentalmente es:

“El software educativo desarrollado con una metodología que contempla aspectos psicopedagógicos en el modelo de ciclo de vida del software permite un mejor aprendizaje de los conceptos que un software que ha sido desarrollado con una metodología que no los contempla”.

Para operacionalizar esta tesis se desarrollaron los siguientes etapas preparatorias:

ETAPA I: Se tomó un curso de Computación de un postgrado, no informático, donde a los alumnos se les debía instruir acerca del funcionamiento de una computadora personal. Para la experiencia, se tomó el tema específico de la estructura de una computadora, sus partes principales y el funcionamiento las unidades componentes.

ETAPA II: Mediante la aplicación del Test de Raven (1979) de Matrices Progresivas, se formaron pares de homólogos con igual puntuación en dicho test, como se observa en la tabla 1. Se formaron dos grupos: uno de control "A" y otro experimental "B".

ETAPA III: A ambos grupos en conjunto se les explicó el tema en sus aspectos teóricos, de modo tradicional, mediante una clase expositiva. Luego, el grupo A se ejercitó con un software desarrollado con una metodología que no contemplaba los aspectos pedagógicos en su diseño y el grupo B utilizando un software desarrollado con la metodología extendida. Las actividades desarrolladas por los grupos se resumen en la tabla 2, resáltandose las diferencias.

GRUPO A		GRUPO B	
ALUMNO	PERCENTIL	ALUMNO	PERCENTIL
Paloma	9.83	Enrique	9.83
Javier	9.79	Carlos	9.79
Susana	9.72	Silvia	9.72
Carola	9.66	Cristina	9.66
Miguel	9.61	Guillermo	9.61
Mónica	9.58	Luis	9.58
Favio	9.5	Gustavo	9.5
Alejandro	9.33	Marcos	9.33
José	9	Ada	9

Tabla 1: Pares homólogos formados de acuerdo al Test de Raven

Con estas tres etapas concluidas se estuvo en condiciones de operacionalizar la tesis inicial reformulándola de la siguiente manera:

“Siendo los valores de las variables independientes los mismos para ambos grupos de alumnos, salvo la variable: 'programa utilizado para la ejercitación'; el grupo de alumnos que trabaje con el programa desarrollado con la metodología propuesta (grupo B), debe tener un mejor rendimiento que el grupo de alumnos que utilizó el programa desarrollado con la metodología convencional (grupo A)”

ACTIVIDADES	GRUPO A	GRUPO B
ASPECTOS TEÓRICOS Clase Tradicional Magistral Expositiva	Explicación del funcionamiento de una PC y de sus partes	
	Se usaron dibujos en el pizarrón	
	Se usaron transparencias ilustrativas.	
ASPECTOS PRÁCTICOS Ejercitación	Explicación del funcionamiento de una PC y de sus partes	
	Se usó un programa multimedia del tema, con metodología que no contemplaba los aspectos pedagógicos.	Se usó un programa confeccionado con la metodología extendida.
	Ambos programas tenían el mismo conjunto de imágenes y vídeos. Partían de los mismos contenidos, pero diferían en el diseño y la secuenciación de los mismos.	
Las clases fueron dictadas por el mismo docente		
Los dos grupos fueron evaluados con la misma prueba.		

Tabla 2: Actividades de los dos grupos.

8.3. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA Y VALUACION ESTADÍSTICA

Al finalizar la ejercitación ambos grupos fueron sometidos a la misma prueba, siendo los resultados obtenidos los que se presentan en la tabla 3:

Aplicado el test de Wilcoxon (Ledesma, 1980) a los grupos A y B, habiendo tomado al A como grupo de control, *se espera que el grupo B tenga un mejor rendimiento. Como la única diferencia, sería el software con el cual se desarrolló la ejercitación, el hecho de estar trabajando con pares homólogos, permitiría concluir que de existir una diferencia esta se deba al software, en particular a la metodología aplicada para su desarrollo.*

GRUPO A		GRUPO B	
ALUMNO	NOTA	ALUMNO	NOTA
Paloma	6	Enrique	10
Javier	7	Carlos	9
Susana	6	Silvia	10
Carola	8	Cristina	7
Miguel	7	Guillermo	8
Mónica	7	Luis	7
Favio	8	Gustavo	8
Alejandro	7	Marcos	8
José	8	Ada	10

Tabla 3: Tabla comparativa del rendimiento obtenido en la prueba.

GRUPO A		GRUPO B		D_{A-B}
ALUMNO	NOTA	ALUMNO	NOTA	
Paloma	6	Enrique	10	-4
Javier	7	Carlos	9	-2
Susana	6	Silvia	10	-4
Carola	8	Cristina	7	1
Miguel	7	Guillermo	8	-1
Mónica	7	Luis	7	0
Favio	8	Gustavo	8	0
Alejandro	7	Marcos	8	-1
José	8	Ada	10	-2

Tabla 4: cálculo de las diferencias D_{A-B} .

El primer paso del test de Wilcoxon (Ledesma, 1980), consiste en realizar la diferencia de calificaciones entre ambos grupos: En la tabla 4 se puede observar en la última columna la diferencia D_{A-B} . Como indica el método de Wilcoxon se procede al ordenamiento por valor absoluto de las diferencias como se ve en la tabla 5.

1
-1
-1
-2
-2
-4
-4

Tabla 5: Ordenamiento de las diferencias.

Luego, se le asignan los números de orden a cada valor y en el caso de valores con valor absoluto igual se promedian las posiciones, tal como se observa en la tabla 6.

1	2
-1	2
-1	2
-2	4.5
-2	4.5
-4	6.5
-4	6.5

Tabla 6: Obtención de los números de orden.

Finalmente, se suman los números de orden de las diferencias negativas tal como se aprecia en la tabla 7.

-1	2
-1	2
-2	4.5
-2	4.5
-4	6.5
-4	6.5
Suma	26

Tabla 7: Suma de las diferencias negativas.

Según la tabla 10 del apéndice del libro de Ledesma de Estadística Médica (1980) y el Manual de la Universidad de Málaga de Bioestadística (1999) para un nivel de significación del 5 %, donde $2\alpha \leq 0.05$ (siendo α la probabilidad de error de primer orden) y para un número de muestras $n = 7$ (en este caso el número de pares homólogos cuyas diferencias D_{A-B} sean diferentes a cero) se puede observar que:

Número de pares	$2\alpha \leq 0.05$
n=6	0-21
n=7	3-26

Tabla 9: Tabla de Wilcoxon

si la suma de los números de orden de las seis observaciones negativas (este caso 26): “o bien coincide con uno de los límites del intervalo de significatividad o está fuera de dichos límites, la diferencia es significativa”, (descartándose entonces la hipótesis nula de contraste), se puede decir que *la diferencia* entre el método aplicado al grupo B y al grupo A *es significativa a favor de B*, con lo que experimentalmente se confirma la tesis:

"El grupo de alumnos que trabaje con el programa desarrollado con la metodología propuesta (grupo B), debe tener un mejor rendimiento que el grupo de alumnos que utilizó el programa desarrollado con la metodología convencional (grupo A)"

Desde esta perspectiva queda demostrada experimentalmente la tesis central:

“El software educativo desarrollado con una metodología que contempla aspectos psicopedagógicos en el modelo de ciclo de vida del software permite un mejor aprendizaje de los conceptos que un software que ha sido desarrollado con una metodología que no los contempla”.

4. CONCLUSIONES

Desde la perspectiva tecnológica, se ha insistido en el hecho, de que el nivel de estructuración y el grado de adecuación de los contenidos es función directa del rendimiento esperado por los alumnos, la comprensión del material educativo depende fundamentalmente de la organización y estructuración de los contenidos del mismo. (Pozo Muncio, 1998; Fainholc, 1998)

Esta coherencia interna, se logra mediante un desarrollo metódico, que permite realizar las conexiones lógicas y conceptuales entre los elementos. Esta información organizada, dice Pozo Muncio (1998), se parece a un árbol de conocimientos, en el que se pueden establecer relaciones diversas entre ellos y recorrer diferentes rutas para recuperar el conocimiento y mediante la comprensión de la misma se podrá "reconstruir" o "traducir el material" a las palabras propias del aprendiz.

Por este motivo, la producción de programas educativos, no es una tarea sencilla, sino que se debe aplicar la secuencia metodológica que provee básicamente la ingeniería de software, sea en la elección de un ciclo de vida para el desarrollo de los productos, por un lado o en el uso de las técnicas, y herramientas por el otro, pero deben estar articuladas dinámicamente con una teoría acerca de los aprendizajes y de los niveles de representación de los alumnos cuando estos necesiten interpretar los fenómenos físicos.

Desde la perspectiva pedagógica, a fin de mejorar las prácticas educativas, los docentes investigadores (Gutiérrez, 1997) han basado sus estudios en las teorías del aprendizaje, pero en muchos casos las teorías solamente, si bien dan una respuesta válida para llegar a una eventual solución, no conducen al cierre definitivo del problema.

Es por ello, que se ha tomado como eje central para el análisis de las experiencia, algunos de los campos disciplinares¹ de la “*Ciencia Cognitiva*”².

A fin de acotar el problema se ha tomado la teoría de Jonhson-Laird (1998) dentro de la Psicología Cognitiva, para fundamentar los resultados experimentales, desde la perspectiva de las representaciones mentales.

Para los alumnos es importante entender los “*fenómenos*”, saber qué los causa y sus consecuencias, cómo replicarlos y darles fin; esto significa tener un “*modelo de funcionamiento*” o “*de trabajo*”. Los modelos de funcionamiento se potencian con los aprendizajes significativos.

Para intentar explicar los altos rendimientos, de los alumnos de ambos grupos, habría que considerar que “han podido formar modelos mentales”, sea proposicionales o por analogía³, y sus

¹ Los campos disciplinares que confluyen y contribuyen son: la psicología cognitiva, la neurociencia, la lingüística, la ciencia de la computación y la filosofía.

² Gardner (1988) dice: “*defino la ciencia cognitiva como un empeño contemporáneo de base empírica por responder a interrogantes epistemológicos de antigua data, en particular los vinculados a la naturaleza del conocimiento, sus elementos componentes, sus fuentes, evolución y difusión. Aunque a veces la expresión ciencia cognitiva se hace extensiva a todas las formas del conocimiento, (...) yo la aplicaré principalmente a los esfuerzos por explicar el conocimiento humano*”.

³ Jonhson-Laird (1998) plantea que existen al menos tres formas en la que se puede codificar mentalmente para representar información; las representaciones proposicionales, los modelos mentales y las imágenes, sean estas auditivas, visuales o táctiles.

imágenes mentales fueron las que les permitieron, interpretar los procesos o fenómenos. Los alumnos de estos grupos, no sólo entienden claramente los conceptos, y los pueden transferir de y hacia otras asignaturas, aunque algunos sólo utilicen las fórmulas y/o las definiciones y otros adapten los modelos del material de estudio. El rendimiento del grupo que “*forma imágenes mentales*”, es superior a aquel que no lo hace.

Por otra parte, Perkins (1995) habla acerca de la conexión importante que existe entre la *pedagogía de la comprensión* (o el arte de enseñar a comprender) y *las imágenes mentales*, por lo que se puede decir que la relación es bilateral.

Esta relación recíproca existente es la que puede ayudar al alumno a adquirir y elaborar imágenes mentales, con lo cual desarrolla su capacidad de comprensión y al exigirles actividades de comprensión (como por ejemplo: predecir, explicar, resolver, ejemplificar, generalizar) se hará que construyan imágenes mentales, para lo que afirma Perkins que: “*se alimentan unas a otras como si fueran el Yin y el Yan de la comprensión*”.

La detección de las “*representaciones mentales*” de los alumnos, no es el tema central de este estudio, pero la construcción de “modelos” implica un aprendizaje significativo de conceptos y este aprendizaje significativo se logra cuando los contenidos están presentados de modo que el alumno pueda incorporar ese nuevo concepto en su estructura cognitiva. Esta construcción se ve ampliamente favorecida con el uso de materiales de estudio multimediales, especialmente con vídeos y con una secuenciación adecuada y lógica, (Fainholc, 1998) como se deriva de los resultados obtenidos por el grupo experimental.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ausubel D., Novak J. y Hanesian H.(1978): *Psicología educativa. Un punto de vista cognitivo*. Trillas. Ediciones 1978, 1997.
- Cataldi Z., Lage F., Pessacq R., Martinez R. (2000): *Metodología de Diseño y Desarrollo de Software Educativo*. VI Congreso Internacional de Ingeniería Informática ICIE 2000. 26-28 de abril de 2000. Departamento de Computación. FIUBA. ISBN 987-98197-0-5. Páginas.páginas 330-347.
- Cedipro, (1998): *Actividades para el logro de la Comprensión*. Material de trabajo.
- Fainholc B.(1998): *Seminario de Sistemas Multimediales Aplicados a la Educación*. UTN. FRBA.
- Gardner H. (1988): *La nueva ciencia de la mente*. Paidós.
- Gutiérrez M. C. (1997): *Transferencia de masa: Un problema a resolver*. Seminario de Psicología de los aprendizajes. Maestría en Docencia Universitaria. UTN-FRBA.
- Jonson-Laird P. N: (1988): *El ordenador y la mente: introducción a la ciencia cognitiva*. Paidós.
- Ledesma D. A. (1980): *Estadística Médica*. Eudeba.
- Manual de la Universidad de Málaga. *Bioestadística. Métodos y Aplicaciones*. ISBN 847496-653-1. Facultad de Medicina. Consulta del 28/9/99 a las 10 horas.
www.fto.medprev.uma.es/libro/node148.htm.
- Novak J. y Gowin D. B. (1988): *Aprendiendo a aprender*, Barcelona. Martínez Roca.
- Pozo Muncio, I: (1998): *Aprendices y Maestros*. Alianza.
- Raven J. C. (1979): *Test de Matrices Progresivas. Escala general*. Vol. 3b. Paidós. Buenos Aires.
- Raven J. C. (1979): *Test de Matrices Progresivas. Manual para la Aplicación*. Paidós. Buenos Aires.
- Perkins D. (1995): *La Escuela Inteligente*. Gedisa.