

ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS MEDIANTE UN ENTORNO VIRTUAL

JORGE OSCAR ROUQUETTE ALVARADO, EDITH ARIZA GÓMEZ

Introducción

El proceso educativo es un sistema que se encuentra formado por el docente, el alumno y los materiales educativos. Cada integrante es un subsistema que está constituido por diferentes elementos que en su conjunto determinan el éxito o el fracaso escolar. Los alumnos presentan ciertas habilidades de aprendizaje que están determinadas por los marcos referenciales previos en la forma de captar la información ya sea en forma global o analítica, por el ambiente contextual que incluye la preferencia de la hora y lugar de estudio, por la forma y ambiente de trabajo, y por la motivación intrínseca o extrínseca del proceso.

Otro elemento importante es que un buen docente no basta con ser experto en el tema, debe intentar ser un coordinador y promotor de las actividades grupales. Cada docente tiene su propio estilo de enseñanza en el que mezcla alguno de los siguientes elementos: la velocidad de presentación de los contenidos, el uso de la repetición de conceptos y de múltiples ejemplos, el remarcar los puntos importantes, el uso de analogías y de preguntas para validar el aprendizaje, la elaboración de un resumen, o el uso de recursos audiovisuales.

En este trabajo presentamos lo que hemos desarrollado: un programa general conteniendo un SHELL (esqueleto) que posibilita intercambiar diferentes tipos de información y que lo utilizamos tanto como un laboratorio virtual para realizar experimentación educativa como de un Sistema Tutorial Interactivo de apoyo didáctico. Una serie de pruebas en distintos grupos de alumnos de la carrera de Administración en la Universidad Autónoma Metropolitana-

Xochimilco, permitió observar que el desempeño de los mismos tiene una mejora. En este caso comentamos resultados de la experimentación en 29 alumnos que inician sus cursos de matemáticas en dicha carrera, de distintas estrategias de enseñanza de los docentes y de un análisis de cómo el alumno recorre cada lección de un tutorial sobre un tema del álgebra básica: *Leyes de los exponentes*.

Los Sistemas Tutoriales UAM-X

Los Sistemas Tutoriales Interactivos, además de proporcionar conocimientos al alumno, cuentan con un TUTOR en el que se plasma la experiencia del docente para permitir la adquisición de los conocimientos específicos del tema. En este Sistema no sólo se presentan conceptos, definiciones y comentarios al estudiante, sino que se plantean preguntas y ejercicios, dosificados de acuerdo con experiencia del docente que desarrolló el tema que debe responder en forma interactiva a fin de comprobar si ha asimilado el conocimiento. Dependiendo de que la respuesta sea o no correcta, el estudiante seguirá una secuencia diferente en el transcurso de la lección, ya que cuando el TUTOR detecta a través de una respuesta incorrecta que el alumno no ha logrado adquirir el conocimiento, le guía a través de una secuencia remedial en la que se plantean los puntos de la falla en forma diferente y desglosada. Este tipo de Sistema Tutorial parece ser el más adecuado para la presentación de conocimiento de tipo procedimental de cualquier nivel de complejidad, consta de un SHELL o programa de computación escrito en lenguaje LISP que contiene las secuencias necesarias para proporcionarle al alumno el conocimiento de acuerdo con su desempeño, al interactuar con el programa en el transcurso de una lección. Además, el programa cuenta con un Administrador de lecciones que sirve para revisar el material específico de cada lección, conteniendo cada Tutorial una base de conocimiento referente a un área específica. Es en esta base donde se plasma tanto el conocimiento experto del profesor que

desarrolló el curso como su experiencia docente al diseñar las secuencias de aprendizaje y las derivaciones remediales.

Los Sistemas Tutoriales pueden usarse como un laboratorio virtual para probar los cursos de acción que el alumno realiza y así analizar los desempeños individuales con determinadas formas de enseñanza y de aprendizaje. Con la ayuda de esta herramienta es posible empezar a desglosar los cambios que se efectúan en los marcos referenciales del alumno, ya que muchas veces durante el proceso de enseñanza aprendizaje conocemos cuales son las entradas y cuales son las salidas, pero no se conoce como y cuando el alumno realiza los procesos de acomodación y asimilación.

La base de Conocimiento de los Sistemas Tutoriales

La base de conocimiento está formada por *árboles* teóricos de decisión generados por el docente; contiene un conjunto de comentarios, preguntas y ejercicios para cada *módulo*. A su vez, cada árbol está formado por un conjunto de *átomos* y *listas*. Cada átomo sigue la sintaxis:

<letra><número de módulo>:<num>

Las letras que se utilizan son las siguientes:

- C** para indicar Comentario
- P** para indicar Pregunta
- E** para indicar Ejercicio
- R** para indicar Retroceso
- A** para indicar Avance
- T** para indicar al usuario el cambio de lección o de tutorial

En los *árboles* los comentarios son *átomos*, y las preguntas y ejercicios son *listas* que indican la acción que debe realizarse o el recorrido que se ha de seguir en caso de que la respuesta del alumno sea incorrecta.

Una modalidad es el uso del SHELL que registra el desempeño del estudiante durante su recorrido por el Tutorial contando con un programa que realiza algunas estadísticas que son útiles

al docente para evaluar ya sea la consistencia del Sistema sobre un tema específico o para analizar el grado de aprendizaje individual o grupal de ciertos contenidos.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Análisis del desempeño en relación con los estilos de enseñanza

En esta parte del trabajo se analizan distintos estilos de enseñanza del tema “álgebra básica” integrados como lecciones en un Sistema Tutorial, comprobándose el aprendizaje del alumno con la aplicación de un pos-test, y el desempeño a través de su diferencia con el pre-test.

En general las estrategias de enseñanza plasmadas en diferentes lecciones se centraron en la presentación de un mayor o menor número de elementos teóricos y prácticos. Las estrategias o lecciones 1 y 7 intercalan la parte teórica con ejemplos y ejercicios, presentando además la lección 1 una síntesis cada vez que pide realizar algunos ejercicios. En las lecciones 2 y 5 predomina la parte teórica con pocos ejercicios, mientras en la 6 es breve la teoría y también tiene muy pocos ejercicios. En la lección 4 hay una aplicación de las *Leyes de los exponentes* pero no se revisa en detalle el tema, y en la 3 existe teoría con ejercicios bastantes complicados.

Cada lección corresponde a un estilo del docente: de acuerdo a las calificaciones obtenidas en el pos-test en una escala de 0 a 10 en la tabla 1 los promedios por lección reflejan lo aprendido.

TABLA 1. PROMEDIOS EN LA CALIFICACIÓN POS-TEST OBTENIDA POR LECCIÓN*	
LECCIÓN 1	3.9
LECCIÓN 2	3.4
LECCIÓN 3	3.3
LECCIÓN 4	2.6
LECCIÓN 5	2.0
LECCIÓN 6	2.1
LECCIÓN 7	3.7

*La muestra consiste en 29 alumnos de la carrera de Administración UAM-X

El promedio general en la calificación pos-test fue de 3.022 y el desempeño de todos los participantes se distribuye en 69.6% para *muy bajo*, 26.1% *bajo* y 4.3% *medio*.

En la tabla 2 se indica el porcentaje de alumnos que obtuvieron distintos desempeños por lección.

TABLA 2. DESEMPEÑO OBTENIDO POR LECCIÓN			
	<i>MUY BAJO</i>	<i>BAJO</i>	<i>MEDIO</i>
LECCIÓN 1	40.0%	40.0%	20.0%
LECCIÓN 2	37.5%	62.5%	
LECCIÓN 3	100.0%		
LECCIÓN 4	62.5%	37.5%	
LECCIÓN 5	100.0%		
LECCIÓN 6	100.0%		
LECCIÓN 7	40.0%	40.0%	20.0%

Se observa que las lecciones o estilos de enseñanza 1 y 7 resultan con aprendizaje más accesible que las demás lecciones al repartirse el porcentaje de alumnos que obtienen desempeño *muy bajo* (40%) y *bajo* (40%), y aparece un 20% con un desempeño *medio*. Continúa la lección 2, donde el desempeño *bajo* (62.5%) supera al *muy bajo* (37.5%), finalmente las lecciones o estilos 3, 5 y 6, resultan de un mayor grado de dificultad para los estudiantes.

Análisis de los estilos de aprendizaje en relación con los recorridos

Como parte de los trabajos de validación de estos materiales y dentro de una investigación más amplia, durante la prueba del Sistema Tutorial se fue grabando el recorrido individual de cada alumno en las distintas lecciones, ya que el programa de control de la base de conocimiento incluye una rutina LISP para tal efecto. Esto es, se tiene la información de cómo realiza el alumno su recorrido dentro de cada lección.

A la diferencia entre la puntuación en el examen previo y el posterior se le considera como el indicador del desempeño del alumno, todo expresado en una escala de 0 a 10. El desempeño se

considera bajo para todos aquellos puntajes obtenidos entre los valores 1.43 y 3.4, medio para puntajes entre 3.5 y 5.5, y alto para los superiores a 5.6.

En general, el grupo tuvo un desempeño mínimo de 1.43 y máximo de 7.62, alcanzando un promedio de 4.43. Puede decirse que porcentualmente estos alumnos tuvieron un desempeño aceptable, ya que el 79 % puede clasificarse con desempeño medio o alto, mientras un 21% tuvo desempeño bajo.

Para poder hacer comparaciones entre los recorridos efectuados por los alumnos en las diferentes lecciones, se estandarizaron los resultados obtenidos en cada una de ellas, por medio del promedio y desviación estándar grupales. En la Tabla 3 se muestran los valores del promedio, de la desviación estándar, así como los recorridos mínimo y máximo que ocurrieron en cada una de las lecciones.

TABLA 3. VALORES ASOCIADOS CON EL DESEMPEÑO POR RECORRIDOS*							
	<i>Lección 1</i>	<i>Lección 2</i>	<i>Lección 3</i>	<i>Lección 4</i>	<i>Lección 5</i>	<i>Lección 6</i>	<i>Lección 7</i>
<i>Ideal</i>	9	10	21	10	18	18	12
<i>Promedio</i>	15.86	12.62	55.68	10.20	23.58	33.93	14.96
<i>Desviación estándar</i>	10.50	3.76	28.41	0.49	6.34	16.81	3.42
<i>Mínimo</i>	9	10	21	10	18	18	12
<i>Máximo</i>	49	21	126	12	49	77	24

*La muestra consiste en 29 alumnos de la carrera de Administración UAM-X

El valor “Ideal” representa el recorrido del alumno cuando no necesita entrar a ninguna cadena remedial, lo cual ocurre cuando entiende el contenido y es capaz de responder correctamente las preguntas o ejercicios sin necesidad de recibir una explicación o práctica adicional. Como se puede observar en la fila “Mínimo” de la Tabla 1, en todas las lecciones hubo alumnos que realizaron sólo el recorrido de la cadena ideal, lo cual valida la consistencia y calidad de la base de conocimiento.

Análisis de los desempeños individuales

Se analizaron los desempeños individuales de cada alumno en cada una de las lecciones y se presentan los resultados obtenidos empezando por quienes tuvieron un desempeño bajo hasta llegar a los que tuvieron un desempeño alto. Para cada uno de los desempeños se elaboraron gráficas presentando los recorridos de las lecciones con datos estandarizados, clasificados como sigue: recorridos prolongados superiores o inferiores al promedio de la lección correspondiente y recorridos breves superiores o inferiores. Para determinar si un recorrido es breve, se consideró el dato estandarizado dentro del intervalo $\{-2, 2\}$ y el recorrido prolongado, fuera de dicho intervalo.

Los alumnos con desempeño bajo obtuvieron un puntaje entre 1.43 y 2.86, que refleja un aprendizaje apenas suficiente de los contenidos del Sistema Tutorial, fueron un total de seis y representan el 21% del total de 29 integrantes del grupo. Se encontró que una mayoría realizaron recorridos breves inferiores al promedio en casi todas las lecciones, lo cual repercute en su bajo aprendizaje. Algunos alumnos realizaron recorridos prolongados superiores al promedio en algunas de las lecciones, lo que no se reflejó en forma directa en su aprendizaje, hecho que apunta en el sentido de que para promover el aprendizaje no es suficiente realizar un gran número de ejercicios en el aula.

Los 9 estudiantes que lograron un desempeño medio representan el 62 % de los participantes y obtuvieron puntuaciones entre 3.5 y 5.5, que reflejan un buen aprendizaje. En general los alumnos que obtuvieron un desempeño medio hicieron recorridos breves inferiores al promedio en 5 de las lecciones y breves superiores al promedio en 2 de ellas.

En el grupo de desempeño alto se encuentran aquellos alumnos que tuvieron un desempeño superior a 5.6, indicador de un aprendizaje alto, en total fueron 5, esto es el 17% de los

participantes. En general realizaron recorridos breves inferiores al promedio en casi todas las lecciones, lo cual indica que para aprender no tuvieron que realizar recorridos prolongados.

CONCLUSIONES

En la primer parte del experimento, los alumnos tuvieron un mejor desempeño en aquellas lecciones donde se observa la teoría con ejemplos aplicados y suficientes ejercicios. En cambio, fue muy bajo cuando existe la parte teórica y no se presentan ejemplos con su aplicación.

El uso de Sistemas Tutoriales como un laboratorio virtual permite al docente experimentar el *qué, cómo y cuándo* de diferentes materiales educativos, relacionándolos directamente con el desempeño de los alumnos. El uso permite al docente planear y probar las ayudas didácticas, así como el tipo y número de ejercicios que cada alumno requiere para lograr un aprendizaje significativo. En este contexto, la prueba realizada a los estudiantes permite hacer un diagnóstico del aprendizaje del álgebra al comparar los estilos de enseñanza de docentes, y continuar en la búsqueda de una mejora al revisar como se enseña y como se asimila el conocimiento considerando las características que traen los alumnos para las matemáticas.

En la segunda parte, en general se considera que los alumnos hicieron recorridos breves superiores o inferiores al promedio de recorrido del material, lo cual produjo como resultado para algunos un desempeño bajo y para otros un desempeño alto.

Con este estudio se observa que la memorización no es un elemento prioritario en el estudio de temas donde se requiere realizar procesos de síntesis o de abstracción debido a que algunos realizan recorridos profundos y solo obtienen como resultado un desempeño bajo o medio, mientras que un desempeño alto no necesariamente está relacionado con recorridos prolongados.

También notamos que los alumnos aprendieron a su propio ritmo, que no existe relación entre el desempeño del alumno y el número de veces que se repasa o revisa cierto problema, y que

algunos requieren repasar más para lograr el aprendizaje y otros no. Esto refleja que en la construcción de los marcos referenciales sobre este tipo de contenido cada alumno necesita interactuar en su propia medida (más o menos) con el material.

Referencias bibliográficas

Ariza E. y Fournier L. Efectos Diferenciales del nivel de interactividad de diversos Sistemas Tutoriales sobre el aprendizaje de Temas de Matemáticas y Computación en UAM-X. Tesis de maestría en Desarrollo y Planeación de la Educación. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. México, 1995.

Serafini, Ma. Teresa. Como se estudia. La Organización del Trabajo Intelectual. Edit. PAIDOS. México, 1997.