

DISEÑO DE UN CURSO EN LÍNEA DE ECUACIONES DIFERENCIALES Y SU EFECTO SOBRE EL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES

Edgar Gilberto Añorve Solano, Elena Dmitrievna Nesterova
Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán, Universidad de Guadalajara. (México)

eanorve@gmail.com

Campo de investigación: educación a distancia. Nivel educativo: superior

Palabras clave: modelos de cursos en línea, aprendizaje autogestivo

Resumen

La investigación que se reporta, surgió de la necesidad de analizar los procesos de aprendizaje y de comunicación, en un curso en línea de ecuaciones diferenciales con materiales didácticos orientados al aprendizaje autogestivo. La investigación consistió en el diseño e implementación de un curso en línea. Se hizo uso de los medios tecnológicos de información y comunicación, donde la comunicación entre los actores fue sincrónica y asincrónica. Los materiales didácticos y la interacción entre los actores se concentraron en un espacio virtual en la plataforma de webexone. Se hace un análisis de las discusiones en los foros virtuales, y se describen sus características didácticas y su relación en el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales.

Introducción

Las nuevas tecnologías han incursionado en la educación convencional, como una herramienta más para las actividades de los profesores de matemáticas, además, las Instituciones de Educación Superior se han apoyado de las bondades que ofrece la red Internet para la capacitación de sus docentes y estudiantes.

El Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica (SNEST), órgano rector de los 84 institutos tecnológicos federales establecidos a lo largo del territorio mexicano, preocupado por la calidad educativa, y con la intención de enfrentar los cambios de la sociedad y principalmente de la educación, estableció en el año 2003 un Modelo Educativo para el Tercer Milenio que consistió básicamente en renovar la estructura organizacional y académica de los Institutos Tecnológicos. Entre las metas del Modelo Educativo destacan* (Zapatero, 2004): a) el atender el 5% (13,500 alumnos) de la matrícula total de los Institutos Tecnológicos federales en programas no presenciales; b) disminuir en 10% el índice de deserción en las materias correspondientes a las ciencias básicas; c) en todas las instituciones del sistema, contar con un programa de apoyo o alternativo para los estudiantes que presenten deficiencias académicas; d) diseñar y actualizar los programas de estudio de educación continua y de educación no presencial.

El Departamento de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán perteneciente al SNEST, ha implementado estrategias para reducir el índice de deserción y de reprobación en las asignaturas de matemáticas, entre las que se encuentran: un curso de inducción para estudiantes de nuevo ingreso y la asesoría personalizada. Empero, los resultados no han sido satisfactorios y, además, el número de docentes es escaso comparado con las solicitudes de los estudiantes para las asesorías. Por ende, surgió el interés e inquietud por instrumentar una estrategia alternativa e innovadora, con el apoyo de las bondades que ofrece las nuevas tecnologías y que permitan principalmente, incidir en los procesos de aprendizaje de los alumnos, y por consiguiente, propiciar el aprendizaje autogestivo de las ecuaciones diferenciales.

La investigación se enfocó a diseñar y desarrollar un curso en línea de ecuaciones diferenciales con materiales didácticos orientados al aprendizaje autogestivo, y, evaluar el efecto en la base de las bondades que ofrece la red Internet, al aprendizaje de los alumnos, el desarrollo de sus habilidades

* El Modelo Educativo para el Tercer Milenio del SNEST contiene 74 metas. Para el presente documento, sólo se exponen las más relevantes en relación al contexto de la investigación.

en la resolución de los problemas y en consecuencia, el rendimiento académico. La comunicación sincrónica y asincrónica entre los estudiantes y el profesor se realizó en el medio virtual que ofrece la compañía webexone. Para verificar el efecto del curso, se realizó un análisis de regresión lineal múltiple, al observar las relaciones de las variables predictoras, la participación en los foros y actividades de estudio, sobre el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales. Las actividades de estudio, fue el elemento esencial para el diseño y elaboración de los materiales didácticos orientados al aprendizaje autogestivo. El análisis del modelo estadístico se realizó en el programa Statgraphics. El aprendizaje de los alumnos se evaluó mediante exámenes acorde a los objetivos del curso. En cambio, para evaluar las actividades de aprendizaje de los alumnos, se establecieron criterios que consistieron en la argumentación de cada paso de la solución del problema, el procedimiento y resultado final correctos, la elaboración e interpretación de gráficas, y la comprobación de resultados.

La ponderación de las interacciones en los foros de discusión, se clasificaron a partir de la estructura definida por Henri (1995), que consiste en discriminar las interacciones en comunicación Implícita y Explícita. La primera se refiere a los mensajes registrados dentro del tema de discusión, pero sin conexión a los mensajes de otras personas. Y la segunda, interacción explícita, aquellos mensajes en que su contenido se dirige a los mensajes de otras personas en el tema de discusión. Además, en la interacción explícita, se consideró en los mensajes las categorías de organización, eficiencia, pertinencia y aportación. En la investigación fue importante evaluar la calidad de las participaciones de los foros, aún cuando la división de las participaciones fue en “clases”, como variable cualitativa, pero el tratamiento de dichas variables es estadístico cuantitativo (Córlica & Holloway, 2003).

Por la encuesta se valoró la satisfacción de los alumnos con respecto al material didáctico, el software Maple y las actividades de equipo, que cuantificaron con una escala de Likert (González, 2005).

Metodología

La enseñanza de las Matemáticas en los cursos en línea. La didáctica de las matemáticas se ha trasladado a otros contextos, por la facilidad de integrar los documentos de hipertexto en los medios tecnológicos para la navegación en la red Internet. En Vanderbilt University desarrollaron una pedagogía matemática basado en el uso de juegos interactivos y lúdicos en línea con problemas matemáticos. La herramienta central fue el *Mathematica*, un programa de álgebra simbólica, en que la finalidad fue el organizar las clases y materiales para sus cursos presenciales desde cualquier lugar que permitiera el acceso (Crooke, Froeb & Tschantz, 2000). En cambio, la Open University, estudiaron la carga de trabajo y el tiempo de las actividades que conlleva a los estudiantes en los cursos de matemáticas en el nivel superior, e investigaron la correlación que existe entre el aprendizaje de los contenidos y el tiempo de estudio para completar las actividades del material didáctico (Zand, 2000).

Por otro lado, en los cursos a distancia y en línea por las características que la modalidad implica, la comunicación mediada por computadora es preponderante para el aprendizaje y el trabajo colaborativo. La comunicación es uno de los problemas que se presentan en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, debido a la semántica y semiótica del lenguaje algebraico (Cantoral, 2000, 2001; Hitt, 1998). Chomienne y Malaison (2000) destacan que el aprendizaje de las matemáticas en un curso en línea, la comunicación mediada por computadora y el trabajo colaborativo son elementos fundamentales para enriquecer el conocimiento. Para el diseño del curso en línea de ecuaciones diferenciales, se consideró un programa de álgebra simbólica que

permitiera en el estudiante trabajar con las actividades de aprendizaje, tanto, en el trabajo individual y colaborativo. Además, de diseñar las actividades para que el estudiante las trabajara en un tiempo óptimo y que principalmente se reflejara en el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales, mediante en la comunicación sincrónica y asincrónica.

Aprendizaje Autogestivo. El proceso de aprendizaje es diferente para cada estudiante, y en consecuencia se presentan estilos de aprendizaje diferentes. Con respecto al estilo de aprendizaje se han creado teorías sobre cómo las personas aprenden mejor (Woolfolk, 1999, pp. 27-50). El sustento teórico del proyecto fue el aprendizaje autogestivo. Si bien, en la literatura no se presenta una definición concreta de esta forma de aprender, existe un marco teórico fundamentado en las teorías constructivistas del aprendizaje (Abdullah, 2001; Grow, 1993; Kennedy, Petrovic, Lawrence, Dodds, & Harris, 2000).

Los materiales didácticos se diseñaron de tal manera que fueran orientados al aprendizaje autogestivo. Para tal fin se trataron de: a) reducir progresivamente la dependencia del docente; b) apoyar al estudiante para que fortalezca el autoestima con el fin de que sea capaz de trabajar en grupo; c) promover la autoevaluación con un enfoque autoreflexivo, autorregulador y autocorrector; d) guiar al estudiante en la definición de sus necesidades de aprendizaje (contenido y contexto); e) ayudar al estudiante para que asuma la responsabilidad en definir sus objetivos de aprendizaje y evaluación de su progreso; f) procurar la transferencia del conocimiento (relacionarlo con problemas de la vida real); g) facilitar la identificación y planteamiento de problemas; y h) fomentar la toma de decisiones para seleccionar alternativas de solución a problemas planteados. Fischer y Scharff (2000) mencionan que con el *aprendizaje autogestivo* el estudiante logra desarrollar las competencias que le permite desempeñarse con éxito en su proyecto de vida. Así pues, en la investigación, se consideró el proceso que implica esta forma de aprender para diseñar un curso en línea de Ecuaciones Diferenciales, mediante el apoyo de las nuevas tecnologías de información y comunicación, y que fue la base para crear un ambiente que propició el aprendizaje autogestivo.

Modelos de los cursos en línea. Mason (2001) distingue tres tipos de modelos usados comúnmente en la red Internet: a) tutorial; b) envolvente; y c) integrador. El primer modelo es el más utilizado en los cursos en línea, básicamente están compuestos de material didáctico impreso en la estructura de una página Web y de un tutorial de apoyo. Los cursos en línea del modelo envolvente, consisten de una guía de estudio, actividades y discusión alrededor de materiales existentes, por ejemplo, libros de texto, fuentes de cd-rom, y tutoriales. El modelo integrador se fundamenta en actividades de una comunidad de aprendizaje. La esencia es a través de la discusión síncrona y asíncrona, el acceso y proceso de la información. Los contenidos del curso son fluidos y dinámicos, debido a que están determinados por las actividades individuales y de grupo, y depende de la creatividad y el aprendizaje de la comunidad participante (Fischer & Scharff, 2000; Wayand & Dee, 2001; Zañartu, 2002). Para el curso de ecuaciones diferenciales que se utilizó el modelo integrador, tiene por dirección <http://mateitcg.webexone.com>.

Diseño del curso en línea. La columna vertebral del curso en línea de Ecuaciones Diferenciales, fue la guía de estudio constituida por nueve secciones con la finalidad de facilitar el aprendizaje de los contenidos (Ulloa, 2003, pp. 49-59). Se plantearon actividades de estudio, diseñadas de manera que contemplaran las cinco dimensiones de aprendizaje (Marzano, 1997). Estas actividades fueron una importante connotación en el diseño de la guía de estudio, ya que el alumno tuvo idea de cuánto tiempo pudiese dedicar a cada actividad, así como, la forma y el medio en el que se presentaron los productos. Las actividades de aprendizaje de la guía de estudio, tuvieron soporte en los materiales: notas de apoyo y apuntes de ecuaciones diferenciales con Maple 8™.

Los materiales didácticos fueron diseñados con una secuencia lógica apropiada con el cuidado de presentar, en un principio los elementos más simples y generales y posteriormente introducir la

información más detallada y compleja (Añorve & Nesterova, 2003). En cada uno de ellos se delimitó la intencionalidad. Los documentos expuestos en el aula virtual, se presentaron en tres formatos electrónicos, Word OFFice, PDF y el formato web (HTML), con el propósito fue ofrecer diversas posibilidades de trabajo.

Reporte

Comunicación asíncrona y síncrona. Se analizaron 103 mensajes registrados en el foro entre los estudiantes y el instructor. La tabla 1, muestra los mensajes registrados según la categoría de Henri (1995):

Tabla 1
Mensajes registrados por categoría

Categoría	Número de Mensajes	Porcentaje
Interacción Implícita	32	31 %
Interacción Explícita	35	33 %
Independiente	36	36 %

Los mensajes que predominaron se encuentran en enunciados independientes, es decir, aquellos mensajes que no están relacionados con el tema de discusión. Los mensajes dirigidos a otra persona dentro del tema de discusión corresponden al 33% (interacción explícita). Los mensajes dentro del tema a discutir, pero que no están dirigidos a otras personas corresponden al 31% (interacción implícita). Si bien los mensajes independientes son altos, el coeficiente de interactividad[†] del foro es significativo 0.64, lo que nos dice que moderadamente, se generó discusión de las actividades contempladas en la guía de estudios.

Con respecto a la conversación en línea mediante MSN Messenger fue mayor en este tipo de comunicación. Se registraron 176 llamadas, donde el 75 % fueron preguntas o comentarios en relación a las actividades de estudios, y el uso del Maple 8. El 15 % de las llamadas encaminadas a los comentarios de las discusiones del foro y el resto (10%), sin relación alguna con el curso. La participación en los foros fue baja, al ser la conversación en línea de las más solicitadas.

Análisis del modelo de regresión lineal múltiple. Después de verificar los supuestos de linealidad, independencia, homocedasticidad, normalidad y no colinealidad, para garantizar la validez del modelo de regresión. El modelo lineal que arrojó el programa Statgraphics fue $Examen = -0.592449 + 0.833527 * Actividades + 0.668551 * Foros$.

El modelo describe la relación entre los puntajes que obtuvieron los estudiantes en las actividades de estudio, las participaciones en los foros de discusión, y la evaluación de los contenidos del curso mediante los exámenes. Para el análisis, se consideró la calidad de las participaciones en los foros. En el menú *Regresión model selection* del Statgraphics se realizó el mejor ajuste de las variables predictoras (actividades y foros) tomadas de una y dos. De la columna del estadístico error cuadrado medio se seleccionó el menor valor, que se relaciona con la mejor combinación de variables predictoras.

Tabla 2
Resultados del Modelo

Error cuadrado medio	R ²	R ² (ajustada)	Cp	Variables incluidas
0.00348189	73.1556	70.3298	3.0	Actividades y Foros

El modelo explica 73.1556 % de la variabilidad de evaluación de contenidos del curso, la diferencia (26.8444 %) se debe a otros factores que no están considerados, por ejemplo, la conversación en línea, ya que esta fue el tipo de comunicación de mayor frecuencia, lo que refleja que los alumnos

[†] El coeficiente de interactividad es la suma de los mensajes de interacción implícita e interacción explícita entre el número total de mensajes.

prefieren comunicarse directamente con el instructor, saber que ellos están de alguna manera presentes con él, por lo que es parte de la seguridad y motivación en el estudiante.

Análisis de la encuesta. La estructura de la encuesta fue en tres secciones, con objeto de conocer la opinión de los estudiantes con respecto al material didáctico, las actividades y el *software* Maple. En cada uno de los ítems de la encuesta se le asignó un valor en la escala de Likert. El promedio con respecto al material fue de 4.3, superior al asignado a la opción Buena de la encuesta. De la misma forma, para las actividades y Maple consideran los estudiantes que fue Buena con un promedio de cuatro.

Desarrollo del curso. El profesor en su papel de observador en la fase experimental, se orientó a registrar el desempeño de los estudiantes, como lo fueron: la entrega de los trabajos, la participación en los foros y la asesoría en línea (conversación síncrona). En el aula virtual la participación de los 22 estudiantes en la entrega de las actividades fue activa. El *software* Maple 8, fue un elemento esencial para que los estudiantes trabajasen las actividades, este programa, permitió que los estudiantes se preocuparan por reconocer y recordar conceptos para resolver problemas y adquirir habilidad en el manejo de la información en su contexto, reflejándose principalmente en la interpretación de los resultados.

Conclusiones

La comunicación en ningún momento se interrumpió, al ser la conversación en línea el medio que prevaleció en el curso y fue reflejado en el trabajo de los alumnos en las actividades de estudio. Los parámetros que correlacionan las respuestas de la encuesta de opinión con la actividad propia del estudiante en relación al curso en línea se centraron en el cumplimiento de las actividades y objetivo planteados. Las respuestas a la encuesta, una vez censado por el estudiante sobre la satisfacción del uso de los materiales didácticos y sus contenidos, reflejan que es favorable y constituyen un elemento activo en el proceso de aprendizaje en línea. El promedio de las respuestas al cuestionario con respecto a los materiales didácticos es superior a la media (4.2774), por lo que al cumplir este parámetro se concluye que los materiales didácticos orientados al aprendizaje autogestivo como parte de los elementos del curso en línea son aceptables.

El uso de los foros de discusión en conjunto con los materiales didácticos, influyen positivamente en el aprendizaje de los estudiantes, lo anterior es el resultado de los puntajes obtenidos en las actividades de estudio, en la evaluación del aprendizaje de los estudiantes y la participación en los foros, que según con la propuesta están interrelacionados todos los elementos, confirmándose en el estudio de regresión lineal. En este trabajo, se destaca la satisfacción de los estudiantes por el uso de los medios y materiales, principalmente la comunicación síncrona, por la razón de que el profesor esté en línea con los estudiantes, los motiva a trabajar en las actividades, al excluir la frustración de soledad a lo largo del curso.

Referencias bibliográficas

- Abdullah, M. (2001). Self-directed learning (Informe No. D169.). Bloomington, In, EEUU: Indiana University, U S Department of Education. (No. de servicio de reproducción de documentos ERIC EDO-CS-01-10)
- Añorve, S. E., Nesterova, D. E. (2003). Un curso de ecuaciones diferenciales autogestivo en línea. Teleduc'03. La Habana, Cuba, 3, 189-205.
- Cantoral, R. (2001). *Matemática educativa. Un estudio de la formación social de la analiticidad*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.

- Cantoral, R. Farfán, R. M., Cordero, F., Alanís, J. A., Rodríguez, R. A. y Garza, A. (2000). *Desarrollo del Pensamiento Matemático*. México: Trillas.
- Córica, J. L., Holloway, M. (2003). Un estudio cuantitativo de las discusiones en los foros. *Revista de Educación a Distancia*, 10, 31-56.
- Chomienne, M. & Malaisson, S. (2000). L'implantation d'un cours de mathématiques sur internet au CCFD: un travail collaboratif [La implementación de un curso de matemáticas vía Internet en CCFD: Un trabajo colaborativo]. *Journal collegial des technologies de l'information et des communications*, 11(2). Recuperado el 25 de junio de 2003 de <http://clic.ntic.org/clic11/math.htm>
- Crooke, P., Froeb, L. y Tschantz, S. (2000). Pedagogy using mathematica through the web. *Asynchronous Learning Network Magazine*, 2(2). Obtenido el 2 de enero del 2001, de <http://www.aln.org/publications/magazine/v2n2/froeb.asp>
- Fischer, G. & Scharff, E. (2000). Learning Technologies in Support of Self-Directed Learning [Versión electrónica]. *Journal of Interactive Media in Education*, 98 (4), 117-123. Obtenido el 21 de enero del 2002 de <http://ww-jime.open.ac.uk/98/4>
- González, V. (2005). Método de Escalamiento Unidimensional de Likert. Obtenido en junio 14, 2005, del sitio Web de la Universitat de Valencia: http://www.uv.es/~hbaesa/PS_TEMA_Likert.pdf
- Grow, M. (1993). *Pedagogía Institucional. La escuela hacia la autogestión*. Buenos Aires: Humanitas.
- Henri, F. (1995). Formación a distancia y teleconferencia asistida por ordenador: interactividad, cuasi-interactividad o monólogo. *Revista de Educación a Distancia*, 12, 61-77.
- Hitt, F. (1998). Researching a problem of convergence with Mathematica: History and visualization of a mathematical idea, *Int. J. Math. Educ. Sci. Technol.*, 28 (2) ,697-706.
- Kennedy, G., Petrovic, T., Lawrence, J., Dodds, A., & Harris, P. (2000). The personal learning planner: A software tool for self directed learning. En R. Diensber (Ed.), *2000 Annual ASCILITE Conference*: Vol. 5. Obtenido el 23 de abril de 2003 de <http://www.ascilite.org.au/conferences/coffs00/>
- Marzano, R. (1997). *Las dimensiones del aprendizaje* (Gómez, L. F. Trad.). Guadalajara, México: ITESO. (Trabajo original publicado en 1992).
- Mason, R. (2001). Models of Online Courses. *Ed at a Distance Journal*, 15(7). Obtenido el 10 de mayo del 2001, de http://www.usdla.org/html/journal/JUL01_Issue/article02.html
- Ulloa, R. (2003). *Fundamentación y construcción de guías de estudio*. Guadalajara, México: UDG.
- Wayand, L. & Dee, J. (2001). *A Framework for Understanding Distance Interaction/Distance Communication*. En Mitchell (Ed), *Syllabus Technology for Higher Education Conference*. Obtenido el 25 de febrero de 2001, de <http://www.syllabus.com>
- Woolfolk, A. (1999). *Psicología Educativa*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana.
- Zand, H. (2000). Using learning activities in mathematics: workload and study time. *Studies in higher education*, 25(1), 97-111.
- Zañartu, L.M. (2000). *Aprendizaje colaborativo: Una nueva forma de diálogo interpersonal y en red*. Barcelona, España: UAB.
- Zapatero, A. (Ed). (2004). *Modelo Educativo para el Tercer Milenio*. Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos. México: SEP.