

Ambiente Virtual con Soporte en la Multimedia y el Software Mathcad para el Aprendizaje de la Teoría de Polinomios

Rafael Pantoja y Ricardo Ulloa

Universidad de Guadalajara

México

rpantoja@ccip.udg.mx

Educación a Distancia y Tecnología Avanzada – Nivel Superior

Resumen

Las nuevas tecnologías, la innovación educativa, el aprendizaje significativo, la multimedia, el software Mathcad y la educación a distancia fueron sustento del ambiente virtual para propiciar el aprendizaje autogestivo de la Teoría de Polinomios de grado superior, para la Maestría en Ciencias en la Enseñanza de las Matemáticas (MCEM) modalidad presencial y a distancia. La fase de experimentación se planteó como un estudio de caso con los grupos presencial y a distancia de primer semestre. Se efectuó una comparación entre las medias de dos muestras con la prueba t , con lo que se demostró que se mejora el aprovechamiento de los estudiantes. Se aplicó el modelo de regresión lineal múltiple a una encuesta y se empleó un cuestionario sobre el ambiente, de donde se concluye que la propuesta didáctica se valora en forma positiva.

Introducción

En Mason y Rennie (2004) se menciona que el diseño y la producción de material multimedia es costoso, pero provee a un curso no presencial, de una herramienta potente y sofisticada que tiene el efecto pedagógico deseado, y no debe importar el costo de diseño y producción. Desde esta perspectiva, un programa multimedia, es un elemento importante que se incluyó en la propuesta didáctica para el aprendizaje de la Teoría de Polinomios de grado superior, para las modalidades educativas presenciales y a distancia ofertada en la MCEM.

En 1993, la Universidad de Guadalajara (UDG) se transforma en una red universitaria y se crea la Coordinación de Educación Continua, Abierta y a Distancia (CEDUCA), con funciones que inciden en tres áreas relacionadas de manera directa con este proyecto de desarrollo, cuasiexperimental, cualitativo y cuantitativo: Vinculación, Diseño y Reproducción de materiales. (Ortiz, 2002, p. 45). Al ofertar la modalidad a distancia en la MCEM en 1997, la primera etapa fue rediseñar los cursos presenciales para acondicionarlos a la modalidad no convencional, en los que se nota un vacío en programas multimedia, software especializado de matemáticas, la video conferencia, los foros de discusión y los libros de texto generados especialmente para la asignatura en cuestión. De esto, surgió el propósito de diseñar este ambiente virtual de aprendizaje autogestivo para la Teoría de Polinomios de grado superior.

La fase de experimentación se planteó como un estudio de caso y se enfocó a evaluar el efecto de un ambiente virtual para el aprendizaje de la Teoría de Polinomios de grado superior. Para determinar el nivel de conocimientos se compararon las calificaciones obtenidas por los estudiantes sujetos a la experimentación *vs* las calificaciones obtenidas por los estudiantes que cursaron la materia desde 1994 al 2003, con lo que se determinó el efecto positivo de la alternativa didáctica. La comparación de los resultados de la población experimental con los productos obtenidos por las generaciones anteriores, puede ser una fuente de invalidez interna de la propuesta, pero ambas poblaciones fueron consideradas independientes, porque se trata

de validar un ambiente virtual de aprendizaje muy distinto al utilizado en las mencionadas generaciones, lo que se realizó con una comparación entre las medias mediante la prueba estadística *t*.

Los datos para el análisis cualitativo se obtuvieron de la aplicación de una encuesta y un cuestionario. La encuesta se aplicó para obtener información acerca de la satisfacción del estudiante por los medios y materiales incluidos en el ambiente virtual para el aprendizaje. Con los datos de la encuesta se utilizó el método de regresión lineal múltiple, técnica estadística que estudia la relación lineal entre una variable (criterio) y una o más variables (predictoras); se estudió la influencia de los medios y materiales que conformaron el ambiente virtual para el aprendizaje, sobre la calificación de los alumnos, emitida por el instructor para el curso de álgebra superior, *ie*, la preferencia que tuvieron los alumnos por los medios y materiales (predictoras) sobre la calificación obtenida por los estudiantes (criterio). El análisis del modelo estadístico se realizó con el programa Statgraphics.

En la encuesta se cuestionó sobre la satisfacción que produjo en los estudiantes el correo electrónico, los foros, la guía de estudio, el libro de texto, el software Mathcad y los multimedia, que se cuantificaron con una escala de Likert (González, V., 2005) del uno al cinco, a saber: (1) Completamente en desacuerdo, (2) En desacuerdo, (3) Indiferente, (4) De acuerdo y (5) Completamente de acuerdo.

Con el cuestionario (Hervaz, C. y Martín, J. 2001), se valoró en forma positiva el escenario desde el punto de vista de ser una propuesta con base en las nuevas tecnologías. Se integra de 36 ítems con 8 factores: relaciones de comunicación, motivación, participación, tecnología adecuada, autonomía, actitud, trabajo en equipo y aprendizaje

Como producto del diseño del ambiente virtual para el aprendizaje se generó un cdrom autoejecutable e interactivo que se entregó a los alumnos sujetos a la experimentación y que incluye: 5 programas multimedia: MATHCAD, ASUPERIOR, POLMULTI, NCOMPLEJOS, y MNUMÉRICOS; un libro de texto en formato PDF; la guía de estudio en formato multimedia y PDF; el modelo didáctico con el que se diseñaron los tutoriales y la descripción del método de Estudio de Caso.

Metodología

Ambiente Virtual de Aprendizaje. La educación a distancia, es una modalidad educativa instaurada en universidades del mundo para ofrecer servicios de instrucción, capacitación y actualización (UNESCO, 1998, p. 82). Aunado a esto, las nuevas tecnologías han permitido crear entornos virtuales de aprendizaje (Pimentel, 1999, p 75) que aminoran los problemas generados por la distancia física existente entre los actores de la enseñanza y el aprendizaje, que permiten la interacción y favorecen el progreso social y económico (Materi, R. y Fahy, P., 2004). *Un aula virtual es el medio en la WWW en el cual los educadores y educandos se reúnen para realizar actividades que conducen al aprendizaje* (Horton, 2000 en Scagnoli, 2001, ¶ 1 de la sección El aula Virtual). El aula virtual de la MCEM que se utilizó para la etapa de la experimentación tiene por dirección <http://matedu.intranets.com>.

Innovación Educativa. Las instituciones educativas son testigos de un acelerado crecimiento sobre el uso de la tecnología en el siglo XXI, que ha provocado grandes cambios en el ambiente educativo, que ha transformado la forma de vivir, de tal forma que ninguna escuela ha quedado al margen de la innovación educativa. Moreno (1997, p. 2 y 2004,) afirma que la

educación es el proceso de formación y producción cultural en todas las áreas del conocimiento humano, mientras que la innovación es una práctica educativa que se liga al concepto de creatividad y ello implica el reconocimiento de un problema, la identificación de formas de resolverlo, la toma de decisiones para lograrlo e instrumentar las acciones. Así, la Innovación Educativa debe ser concebida como los cambios en las prácticas educativas institucionales que guíen a procesos que respondan de mejor manera a los requerimientos formativos de la sociedad a la que debe servir. Esto implica que todos los integrantes del sector educativo se deben capacitar y actualizar para poder enfrentar los retos que se marcan a nivel mundial, como puede ser el manejo de las nuevas tecnologías y los sistemas educativos no presenciales, incluidos en este estudio.

Nuevas Tecnologías. “*The Mathematics Framework For California Publics School*” (MFCPS, 2000), incluyó la reforma de los cursos de matemáticas desde la educación inicial hasta el bachillerato en el estado de California, USA. Uno de los puntos centrales del MFCPS, fue desarrollar materiales con sustento en las nuevas tecnologías, para que el profesor de matemáticas los utilizara en el aula, con la premisa de que las nuevas tecnologías ayudan a lograr un aprendizaje significativo de las matemáticas, a través de solucionar un problema mediante el uso de videos, hipertextos, laboratorios, acertijos, rompecabezas, software o multimedia. Para el diseño de los programas multimedia y de las actividades con el software Mathcad, se llevó a cabo una experiencia semejante al MFCPS, sólo que en el contexto educativo de la MCEM, restringido a los contenidos de la Teoría de Polinomios.

Software Mathcad. Estudios indican que la computadora y el software de matemáticas son una alternativa para aprender matemáticas (Zehavi, 1997; Yelland y Masters, 1997; Hitt, F., 1997; Puga, K. 1997; Villalobos, R. 2000; López, L, 2000). Con respecto al software Mathcad, las actividades de aprendizaje programadas que se concibieron giran en torno a los cálculos tediosos o de procesos repetitivos, como los realizados para: el cálculo de las raíces de un número complejo, encontrar las cotas de las raíces de un polinomio, determinar el intervalo donde se encuentran las raíces reales y el cálculo de raíces racionales e irracionales de un polinomio de grado n . Como apoyo al estudiante se elaboró un tutorial multimedia del MathCad, un programa multimedia de Métodos Numéricos y el libro “Teoría de Polinomios con soporte en el Mathcad”.

Aprendizaje Significativo. El proceso de aprendizaje no es idéntico para todos los seres humanos, quienes se introducen en situaciones problémicas con estilos diferentes. Asociado con el estilo de aprendizaje se han creado teorías sobre cómo las personas aprenden, o más específicamente, sobre cómo aprenden mejor (Woolfolk, 1999, pp. 27- 50). La base teórica seleccionada para el proyecto fue el aprendizaje significativo de David Ausubel, Joseph Novak y Helen Hanesian (1983). En esta teoría se afirma que para aprender es necesario construir los nuevos conocimientos a partir de las ideas previas del alumno. Desde esta perspectiva, el aprendizaje es un proceso de contraste, de modificación de los esquemas del conocimiento, de equilibrio, de conflicto y de nuevo equilibrio otra vez (Ballester, 2002, p. 16). Según Ausubel, Novak y Hanesian “el mismo proceso de adquirir información produce una modificación tanto en la información adquirida como en el aspecto específico de la estructura cognoscitiva con la cual aquella está vinculada”. (Ausubel et a, p. 14)

Los programas multimedia, el libro de texto y el Mathcad son potencialmente significativos y al final de la experimentación se corroboró que mediante el desarrollo de las actividades planeadas, los estudiantes lograron un aprendizaje significativo. Los materiales elaborados

presentaron al estudiante ejemplos ilustrativos e interesantes relacionados con el nuevo conocimiento, fomentan el aprendizaje, a la vez que motivan y generan interés por el aprender.

Diseño de un Curso a Distancia. Amaral (2000) propone que el diseño de un curso a distancia debe contemplar dos conceptos: la estructura y el diálogo. Sugiere al profesor planear el curso con una ponderación orientada hacia una estructura sólida, en la que se plasmen las actividades que realizará el estudiante, además de proporcionar todos los medios y materiales que se han planeado para el desarrollo de las actividades propuestas, porque de otra manera se podría generar un diálogo intenso profesor-estudiante, estudiante-estudiante o estudiante-coordinador del programa, que pudiera redundar en una serie de conflictos para la institución y llegar, en caso extremo, a la deserción del estudiante. Con esta directriz se generó el curso de álgebra superior que se describe en forma completa en la guía de estudio (Ulloa, R, 1999, pp. 49-59) en formato multimedia y PDF y se incluye en el cdrom.

Programas Multimedia. Los proyectos de multimedia aumentan la motivación, son auténticos, promueven el aprendizaje, inspiran habilidades de pensamiento superior y son constructivistas. Un multimedia integra video, audio, gráficas y animaciones digitales. Para el proyecto se seleccionaron los programas computacionales AUTHORWARE y TOOLBOOK, porque trabajan con la plataforma Windows y permiten interactuar con el estudiante de una manera sencilla. Los contenidos son: polinomios, números complejos, cotas de raíces, separación de raíces, regla de Descartes, el teorema fundamental del álgebra y fórmulas de Vieta.

En la realización de una opción multimedia, lo ideal es que participen dos equipos interdisciplinarios de especialistas, quienes elaboran el guión y la estructura computacional. A los expertos del área académica se les identifica como los GUIONISTAS, y tienen la responsabilidad de organizar los contenidos seleccionados para incluirlos en el multimedia. El otro equipo son los DESARROLLADORES, hábiles en programación capaces de instalar, dar mantenimiento al equipo y son los que seleccionan el software a usar. Se hace mención que quien fungió como desarrollador y guionista fue quien desarrolló el proyecto.

Modelo didáctico. La estrategia propuesta para el desarrollo de los medios y materiales didácticos inicia con la selección del tema, subtema o concepto, para después desarrollar las diez fases siguientes: definir las funciones de los actores, los propósitos de material, desglosar el contenido, elegir los principios, seleccionar los métodos y las técnicas, escoger los medios y materiales, diseñar el ambiente de aprendizaje, la evaluación de la propuesta, el diseño del proceso y creación del modelo didáctico. El material didáctico elaborado se debe experimentar varias veces, analizar sus bondades y sus defectos dado que son múltiples las variables que entran en juego, ie, propiciar la retroalimentación.

Reporte

Comparación de medias. Del informe del Statgraphics, las variancias de las muestras G2004 (grupo experimental) y Total (grupo de control) son estadísticamente iguales ($F=0.786258$), porque el valor de P es mayor que 0.05, ie, valor $P = 0.472705$. Con la prueba estadística t se comprobó que el aprovechamiento de los alumnos sujetos a la experimentación fue mejor que el aprovechamiento logrado por las diez generaciones de estudiantes que cursaron álgebra superior de 1994 a 2003, en las modalidades presencial y a distancia. Tal afirmación se hace

porque el valor de P es menor que 0.05, *ie*, $P = 0.00184132$ y por lo tanto se concluye que existe una diferencia significativa entre los grupos experimental y de control, así que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1). Otro resultado interesante del informe, es que el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, [2.39548, 10.5011], no contiene el valor cero, entonces hay una diferencia estadística significativa con un nivel de confianza del 95 % entre las dos muestras.

Análisis del modelo de regresión lineal múltiple. Con la opción: *Special* → *Advanced regression* → *Regression model selection* del Statgraphics se realiza un análisis de las 64 combinaciones de las 6 variables predictoras tomadas de una, dos, tres, cuatro, cinco y seis a la vez, a saber: A=Email, B=Foros, C=Guía, D=Libro, E=Mathcad, F=Multimedia. De la columna del estadístico MSE del informe, se seleccionó el menor valor, que se relaciona con la mejor combinación de las variables predictoras:

MSE	R-Cuadrado	R-cuadrado ajustado	Cp	Variables incluidas
38.898	33.9462	26.0197	2.53682	DEF

Análisis de la encuesta. A cada uno de los ítem de la encuesta se les asignó un valor de acuerdo a la escala de Likert. El promedio general es 4.03 y es superior al asignado a la opción **De acuerdo** de la encuesta, que fue cuatro. Las medias para el libro, los Multimedia y el Mathcad son superiores a cuatro, lo que significa que su nivel de satisfacción es superior a la opción **De acuerdo** de la escala de Likert. Los promedios para la Guía, los Foros y el Email son mayores que tres y menores que cuatro lo que considera que están **De acuerdo** en que los medios y materiales producen satisfacción. Diecinueve de los alumnos tienen promedio superior a la opción **De acuerdo**, nueve están por encima de **Indiferente** y sólo a un alumno no le producen satisfacción los medios y materiales.

Análisis del cuestionario CANTE. El cuestionario se aplicó a la población sujeta a la experimentación y se afirma en lo general que la media calculada de todos los datos supera el promedio de los valores de la escala de Likert, $3.87260586 > 3$, lo que se considera que los alumnos valoran positivamente el ambiente virtual de aprendizaje. En lo individual, siete medias de los factores del I al VII superan el promedio, mientras que para el Factor VIII el promedio arrojado es menor que tres, es decir, $2.57471264 < 3$.

Desarrollo del curso: El papel de observador del proceso por parte del profesor, durante la fase de experimentación, se orientó a registrar aspectos relacionados con el desempeño de los estudiantes como lo fueron: el trabajo con el cdrom para consulta de la teoría, la contestación de los doce cuestionarios, la entrega de los problemarios, la participación en los foros y el trabajo colaborativo. La participación de los alumnos presenciales fue un elemento que se cuidó en detalle, porque durante las 10 sesiones de la experimentación se trató de que el trabajo colaborativo se efectuara en el aula y que al final se sobrepuso a la inercia del trabajo individual, situación que incidió en forma directa en las discusiones grupales y que las enriqueció. Lo relevante de la participación es que la interacción alumno-alumno fue mas intensa que la de alumno-profesor. En el aula virtual de la MCEM, los 22 alumnos a distancia fueron entes muy activos, reflejado en los once foros de discusión desarrollados en este sitio en internet, con 222 participaciones de un total de 259.

Conclusiones

El efecto que produjo la alternativa instruccional propuesta sobre el aprendizaje de la Teoría de Polinomios, se reflejó en las aportaciones que los alumnos de las dos modalidades hicieron durante el proceso de aprendizaje. La entrega puntual y la calidad de las respuestas a los cuestionarios y a los problemarios, así como la participación y aportación en los foros y correos electrónicos, son parámetros que se correlacionan directamente con lo respondido en la encuesta y en el cuestionario por los estudiantes, en las que manifestaron satisfacción por el ambiente virtual, lo que conllevó paralelamente a un beneficio en su aprendizaje.

El diseño del curso reafirma la posibilidad de implementar la técnica del estudio de caso en la MCEM, porque los resultados permiten evidenciar que con el uso adecuado de las tecnologías se provee de ventajas didácticas al contexto educativo, ya sea presencial o a distancia, o bien, sincrónico o asincrónico.

La encuesta asevera la satisfacción de los estudiantes por los medios y materiales que soportaron el ambiente de aprendizaje y que ayudaron a solucionar las dudas metodológicas y tecnológicas surgidas durante el proceso educativo.

Se confirma la hipótesis de que la propuesta mejoró el aprovechamiento del grupo sujeto a la experimentación con respecto al aprovechamiento de los estudiantes de la MCEM que cursaron álgebra superior de 1994 a 2003.

Una vez analizados los datos obtenidos con los instrumentos de evaluación del proceso educativo experimentado, del desempeño de los estudiantes y de las calificaciones finales, se afirma que los medios y materiales que integraron la alternativa instruccional propuesta, fueron efectivos como apoyo para lograr un aprendizaje independiente, en los estudiantes en las modalidades presencial y a distancia.

Referencias Bibliográficas

- Amaral, F. (Ed.). (2000). *Strategic Planning Toward Quality of Distance Education Courses*. Obtenido en junio 14, 2005, de <http://et.sdsu.edu/FRezende/eduDist.html>
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Ballester, A. (2002). *El aprendizaje significativo. Cómo hacer el aprendizaje significativo en el aula*. Obtenido en junio 14, 2005, de <http://www.cibereduca.com/aprendizaje/LIBRO.pdf>
- González, V. (2005). Método de Escalamiento Unidimensional de Likert. Obtenido en junio 14, 2005, del sitio web de la Universitat de València: http://www.uv.es/~hbaeza/PS_TEMA5_Likert.pdf
- California Department of Education (2000). *Mathematics Framework for California Publics School. Kindergarten through twelve*. California Department of Education.
- Moreno, M. (1997). [Notas del Diplomado en Innovación Educativa.] Datos en bruto no publicados.
- Moreno, M. (2004). *Historias de Innovación Educativa. "Un documento conmemorativo"*. Guadalajara, México: INNOVA.
- Ortiz, M. (2002). Evaluación del Diseño de materiales educativo a distancia. *Una experiencia de apoyo al estilo independiente*. Guadalajara, México: INNOVA.

Pimentel, R. (1999), Design of Net-learning Systems Based on Experiential Learning. *Journal of Asynchronous Learning Networks* 3(2), 70 – 88. Obtenido en junio, 2004, de http://www.aln.org/alnweb/journal/Vol3_issue2/pimentel.htm