

DISEÑO INSTRUCCIONAL CON APOYO DE OBJETOS PARA APRENDIZAJE DE LOS CONTENIDOS DE LA UNIDAD 2 DEL PROGRAMA DE MATEMÁTICAS I DE LA DGEST

Rafael Pantoja, Edgar Añorve, Leopoldo Castillo, Enrique Gómez, Karla Puga
IT de Ciudad Guzmán, DGEST, SEP. CUCEI, Universidad de Guadalajara México
rpantoja@prodigy.net.mx, eanorve@gmail.com

Campo de investigación: Gráfica y funciones

Nivel: Medio superior y superior

Resumen. *El diseño Instruccional se integró de actividades sustentadas en objetos para aprendizaje (OPA): 17 videos digitales con los contenidos de funciones reales de una variable real integrados en dos DVD, para consultar en computadora o residencial, el multimedia "Graficación", la guía de estudio y un cuaderno de trabajo, directrices de las actividades que los alumnos desarrollaron en el aula, en el laboratorio de matemáticas y extraclase. Por ser una investigación de corte educativo, la motivación y la satisfacción por el uso de los medios y materiales empleados, que de acuerdo a una encuesta aplicada, fue agradable para los estudiantes. El diseño instruccional fue adecuado para fomentar el aprendizaje, además de promover la capacidad de autogestión y trabajo colaborativo. Del análisis de los datos obtenidos de los instrumentos de evaluación (examen de diagnóstico, postest, encuesta y observación directa en el aula), se afirma que existe una diferencia significativa positiva sobre los resultados de aprendizaje obtenidos por los grupos experimental y de control.*

Palabras clave: Funciones, diseño instruccional, objeto para aprendizaje, modelo didáctico

Introducción

En el Instituto Tecnológico de Cd. Guzmán (ITCG) dependiente de la Dirección General de Educación Superior Tecnológica (DGEST), los integrantes de la Academia de Ciencias Básicas de Ingeniería (ACBI), se han preocupado por el elevado índice de reprobación y consecuente deserción de los alumnos que cursan Matemáticas I. Una de las acciones con las que se ha intentado que el alumno logre defender su permanencia con conocimiento en el ITCG, es la acreditación del curso de inducción anual de aritmética y álgebra (Pantoja, 2002; Rodríguez, 2005; Ortega, 2005), fortalecido con el programa multimedia E-math (Puga, Añorve y Puga, 2007), cuyos resultados reflejan un avance en su aprendizaje, pero no satisfactorio, porque de acuerdo a las evaluaciones realizadas, son aún pobres los resultados de aprendizaje en el curso de Matemáticas I.

La ACBI se dio a la tarea de situar la forma de enseñanza de Matemáticas I y se identificó que no existe una estrategia didáctica y una pobre elaboración de materiales de apoyo para el aprendizaje de los contenidos, así que se planteó desarrollar el proyecto de investigación registrado ante la

DGEST, *Diseño de Objetos para Aprendizaje en el tema de Funciones del curso de Matemáticas I en las carreras de Ingeniería del Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán*, en el que se desarrolló el diseño instruccional (Dick & Carey, 1996) para la unidad 2 del programa vigente de Matemáticas I con soporte en las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC's), porque como lo ha señalado Echenique (1994, p. 18), el material audiovisual y multimedia son un buen complemento para el material escrito, ya que ilustra situaciones que en el pizarrón son difíciles de describir, además de que brindan la posibilidad de reorganizar los cursos y los métodos pedagógicos en universidades del mundo, tendientes a ofrecer servicios de instrucción, capacitación y actualización (UNESCO, 1998).

Así pues, la ACBI diseñó un ambiente para aprendizaje, presencial y virtual, con soporte en el diseño Instruccional (Dick y Carey, 1996) y las nuevas TIC's (Yelland y Masters, 1997, Materi y Fahy, 2004; Mason y Rennie 2004), que propició, entre otras cosas, la interactividad y la comunicación entre los actores del proceso educativo, en las que se promovieron distintos acercamientos al concepto de función: analítico, verbal, numérico y gráfico. En Guàrdia y Sangrà (2005) se especifica como punto medular que la estructura de los medios y materiales se fundamente en alguna de las teorías modernas del conocimiento y en esta investigación se sustentó en la teoría de cognoscitiva, en la que se sugiere que con un trabajo adecuado en los conocimientos previos, el estudiante tiene más posibilidades de aprender, por lo que se encargó a los estudiantes, organizados en grupos colaborativos, analizar los contenidos de los DVD fuera del aula y contestaran los cuestionarios y el problemario, elaborados para tal fin, para que en la sesión de clase siguiente, se discutieran con todo el grupo, coordinados por el profesor.

Modelo didáctico

El modelo didáctico en que se apoyó el Diseño Instruccional (Caracheo, Gudiño, López y Pantoja, 2000), se integra de nueve actividades desarrolladas por la ACBI, descritas a continuación:

Actividad 1: La selección de los contenidos: Funciones reales de una variable real.

Actividad 2: Los actores en la enseñanza y el aprendizaje. El profesor diseñó y construyó los 17 videos digitales integrados en dos DVD, generó el cuaderno de trabajo donde se integraron las lecturas, los cuestionarios, los problemarios y por último, los instrumentos de evaluación. El

alumno observó y discutió con sus compañeros los videos, respondieron los cuestionarios y los problemarios. Posteriormente, en el aula se discutió con el profesor y con sus compañeros sobre los contenidos de funciones.

Actividad 3: El contenido en la enseñanza y el aprendizaje. Los definidos en la unidad 2 del programa vigente de Matemáticas I de las carreras de ingeniería del la DGEST.

Actividad 4: Los principios de la enseñanza y del aprendizaje. Son dos: con el apoyo de la tecnología se adquiere aprendizaje; la discusión en el aula se enriquece cuando los alumnos tienen ya un conocimiento previo del tema a discutir.

Actividad 5: Los métodos y las técnicas. El aprendizaje autogestivo y la discusión en grupo colaborativo en el aula.

Actividad 6: Los medios y materiales para la enseñanza y el aprendizaje. Los productos obtenidos son:

- Dos DVD con la teoría del concepto de función real de una variable real.
- El multimedia interactivo “Graficación”, que se elaboró con los programas de cómputo: WinPlot®, Studio 11 Plus®, Audacity®, Flash Macromedia 8® y Power Point®.
- Cuaderno de trabajo: Funciones reales de una variable real con dos DVD y un CDRom con el multimedia “Graficación”.

Actividad 7: Diseño del ambiente de aprendizaje. Se describe en el apartado metodología del escrito.

Actividad 8: Evaluación en la enseñanza y el aprendizaje. Para la evaluación de los contenidos se tomó en cuenta: el examen de ubicación, el problemario, los cuestionarios, la encuesta, el examen de autoevaluación, la observación directa en el aula y el postest.

Actividad 9: Diseño del proceso de aprendizaje. Es el diseño instruccional propuesto que fue experimentado en los alumnos que cursaron la asignatura de Matemáticas I.

Los objetos para aprendizaje

Un objeto para aprendizaje, (IEEE en Martínez, 2002) es cualquier entidad digital o no digital que puede ser usada, re-usada o referenciada para el aprendizaje soportado con tecnología. Algunas características de los OPA son: a) facilitar su descubrimiento y almacenamiento en bases de datos locales y globales, para lo que deben estar dotados de información semántica (meta-datos) que simplifique su descubrimiento y reutilización; b) favorecer el uso de una filosofía que permita resaltar su estructura confiriéndoles significado pedagógico y, c) potenciar la personalización de los contenidos educativos y el desarrollo de los OPA inteligentes que puedan asistir al usuario en la realización de tareas más significativas.

Se diseñó el material con la filosofía de los objetos para aprendizaje (Makenzie, 2005), i.e., reusable, sustentado en el aprendizaje significativo, portable, con contenidos específicos y que colabore para que el usuario aprenda en el aula, fuera de ella o en donde tuviera acceso a una computadora con reproductor de DVD o en el equipo de su hogar. El planteamiento que se consideró es que los procesos dinámicos son complicados de representar con lápiz y papel, en consecuencia, se promovió el uso de las TIC's para motivar y facilitar al estudiante a que aprenda los contenidos de matemáticas seleccionados.

Metodología

Para la unidad 2 del curso de Matemáticas I, se elaboró un diseño instruccional con soporte en los materiales siguientes: a) banco de reactivos para elaborar los exámenes con los que se pretendió verificar los conocimientos previos y los aprendizajes de los estudiantes del curso de Matemáticas I; b) apuntes de los contenidos del curso en diversos formatos; c) la guía de estudio; d) los ejercicios de autoevaluación; e) los 17 videos digitales por cada subtema de la unidad II del curso; y e) el multimedia "Graficación".

Las sesiones

Sesión 1: Aplicación del examen de ubicación.

Sesión 2: Cuestionario C1. Lectura 1. Ver los videos 2, 3 y 4 del DVD 1. Actividad 1: Definición de función. Actividad 2: Dominio y contradominio de funciones.

Sesión 3: Lectura 2. Ver los videos 5, 6, 7 y 8 del DVD 1. Actividad 3: Relacionar las funciones base con su dominio y contradominio.

Sesión 4: Lectura 3 y 4. Actividad 4: Graficación de la forma $af(x-b)+c$. Desplazamientos verticales. Actividad 5: Desplazamiento horizontal. Trabajo con el multimedia “Graficación”.

Sesión 5: Lectura 5: Transformaciones: Expansión, Compresión y Reflexión. Actividad 6: Graficación de funciones de la forma $y = a f(x - b) + c$.

Sesión 6. Ver los videos 2, 3, 4 y 5 del DVD 2. Lectura 6. Cuestionario C2. Actividad 7: Clasificación de funciones por sus propiedades. Actividad 8: Funciones pares e impares. Funciones crecientes y decrecientes. Actividad 9: Funciones periódicas.

Sesión 7. Cuestionario C3. Lectura 7: Gráfica de suma de funciones. Actividad 10: Suma de funciones. Trabajo con el multimedia “Graficación”.

Sesión 8. Cuestionario C4. Lectura 8: Gráficas del producto de funciones. Actividad 11. Producto de funciones. Trabajo con el multimedia “Graficación”.

Sesión 9. Cuestionario C5. Lectura 9: Gráfica de cociente de funciones. Actividad 12. Cociente de funciones. Trabajo con el multimedia “Graficación”.

Sesión 10. Aplicación del postest.

Las actividades

Las actividades que apoyan a los OPA, y que respondió el alumno a lo largo de las sesiones de clase y extraclase se describen como:

- *Examen de conocimientos previos.* Examen que se aplica a los estudiantes al inicio del tema de funciones, con la finalidad de indagar si los alumnos poseen el conocimiento que se requiere para el tema de funciones.
- *Actividades del cuaderno de trabajo.* Son una serie de ejercicios para cada contenido de funciones del programa de Matemáticas I, que se proyecta que el alumno solucione con

trabajo individual y colaborativo, y que propicie la habilidad para trazar el bosquejo de la gráfica de una función, de los tipos incluidos en el método planteado, conocimiento que es importante en el contenido complementario del curso de Matemáticas I y posteriores.

- *Problemas de aplicación.* Son una serie de ejercicios que involucran aplicaciones en las distintas áreas de conocimiento y cuyo objetivo es que a través de la solución, se dé cuenta del gran potencial que tiene la graficación de funciones, como un sustento teórico de otras ramas de la ciencia y la tecnología.
- *Autoevaluación.* Con la finalidad de dar al alumno una idea de los contenidos y el nivel de dificultad de un examen global de Graficación de funciones sin cálculo, se presenta una serie de ejercicios que deberá resolver en el tiempo marcado y con las herramientas que se le indican.
- *Examen postest.* Examen que incluye los conocimientos de funciones que se evaluarán a los alumnos de curso de Matemáticas I del ITCG.
- *Glosario.* Esta actividad se refiere a que el alumno debe indagar las definiciones de los conceptos más relevantes de la materia, con lo que se pretende que al manejar tales términos se propiciará aprendizaje.

Resultados

La fase experimental

La fase experimental fue llevada a cabo por ocho docentes de la ACBI con ocho grupos de distintas especialidades, con una población de 319 estudiantes que cursaron la asignatura de Matemáticas I, con edades de entre 19 y 20 años, organizados en grupos de control y experimental. El grupo experimental se conformó de 233 estudiantes distribuidos en cinco grupos que utilizaron la propuesta metodológica. En cambio, el grupo de control se integró de 86 alumnos distribuidos en tres grupos que participaron con una metodología de trabajo tradicional (sin los materiales de la propuesta).

Análisis estadístico

De los grupos experimental y de control, se seleccionaron dos muestras de 30 estudiantes de forma estratificada. Se utilizó la prueba t (comparación de las medias), de una cola para valorar la hipótesis estadística planteada, que fue de que los resultados de las calificaciones del examen posttest sobre funciones del grupo experimental, son mayores que las del grupo de control (Ver Tabla 1). Para corroborar lo anterior, fue necesario verificar los supuestos de la prueba estadística que consiste en usar la prueba F para demostrar que las varianzas de las dos muestras son iguales.

Al grupo experimental se les aplicó una encuesta, sustentada bajo la escala de Likert con cinco opciones (Hernández, Fernández y Baptista, 2004), 217 alumnos respondieron el cuestionario integrado por 35 preguntas y diseñadas bajo tres factores: a) Satisfacción por aprender; b) La nueva forma de trabajo en el aula; y c) La evaluación de los materiales de la propuesta. Después de usar los métodos de grupos extremos y correlación *Item-Test* para validar los resultados de la encuesta, los estudiantes manifiestan que la forma de trabajo en el aula, con el uso de los OPA les motivó el interés por aprender los contenidos de funciones; que les agradaría usar este tipo de materiales en los temas y asignaturas subsiguientes, además de que observan por sí mismos, el grado de avance de su aprendizaje comparado con el conocimiento al inicio del tema.

Tabla 1

Resultados de la prueba de hipótesis de una cola entre el grupo experimental y de control

Comparación de Medias

95.0% intervalo de confianza para la media del grupo Experimental: 23.3 - 1.67781 [21.6222]
95.0% intervalo de confianza para el grupo de Control: 19.2 - 1.23658 [17.9634]
95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias considerando varianzas iguales: 4.1 - 2.05044 [2.04956]
Prueba t para la comparación de medias
Hipótesis Nula: Media Experimental = Media Control
Hipótesis alternativa: Media Experimental > Media Control
Considerando varianzas iguales: $t = 3.34239$ Valor de P = 0.000729329

Conclusiones

Con el diseño instruccional se fomentó y mejoró la capacidad de autogestión para aprender, como una cualidad necesaria para el nuevo profesional, que seguramente se incorporará exitosamente a la vida productiva y en las subsecuentes asignaturas. El usar las nuevas TIC's se sugiere con apoyo permanente a la actividad de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, con la finalidad de que

se propicie la socialización del aprendizaje, es decir, se fomenten las discusiones y actividades de investigación en los estudiantes. La evaluación integral de los logros alcanzados por los estudiantes de ingeniería en la unidad 2 es satisfactoria, con la salvedad de que los promedios se sitúan alrededor de la calificación mínima aprobatoria, es decir, los estudiantes si mejoran su aprendizaje, pero no en la medida de haber logrado un aprendizaje significativo.

La elaboración de los materiales es una piedra angular para las actividades a desarrollar en el aula y fuera de ella, por ello se plantea que se apoyen en especialistas de *desarrolladores* de software, y dejar el papel de *guionista* al profesor de matemáticas, quien es el que aportará la forma de organizar el conocimiento matemático de la asignatura. En este caso se aprovechó que en el ITCG se integraron tres estudiantes del programa DELFIN (dos del Instituto Tecnológico de Tepic y uno de la Universidad Autónoma de Nayarit) y un alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del ITCG, que fueron los que aportaron el desarrollo de los videos y el programa multimedia "Graficación".

Es necesario e importante el trabajo en equipo, ya que para la elaboración de los OPA se requiere: El experto, el diseñador instruccional y el desarrollador de software que interprete con el uso de las nuevas tecnologías, lo que el experto y el diseñador plasmen en las instrucciones del material. El uso de los OPA, en la enseñanza de los temas de matemáticas, permite estandarizar el trabajo docente en beneficio del aprendizaje de los estudiantes. Si bien, según con los resultados de la encuesta, los estudiantes se interesan en aprender los contenidos matemáticos mediante el uso de la tecnología, es importante proporcionar diversas formas de interface, para no limitar a los estudiantes en el uso de un solo medio.

Referencias bibliográficas

Caracheo, F. Gudiño, A, López M y Pantoja, R. (2000). *Guía de Estudio de Didáctica de las Ciencias*. México: CIIDET Casa Editorial.

Dick, W. y Carey, L. (1996) .*The systematic Design of Instruction*. Glenview: Scott Foresman & Co.

Echenique, J. (1994), La asesoría y las técnicas para el aprendizaje en los sistemas abiertos y a distancia. *Parámetros de calidad de la Educación Abierta y a Distancia*, Quinta Reunión Nacional de Educación Abierta y a Distancia. México: UNAM.

Guàrdia, L. y Sangrà, A. (2005). *Diseño instruccional y objetos de aprendizaje; hacia un modelo para el diseño de actividades de evaluación del aprendizaje on-line*, Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.

Mackenzie-Robb, L. (2005). Packaging and publishing learning objects: best practice guidelines. BECTA. Recuperado el 30 de octubre del 2006 de http://www.becta.org.uk/page_documents/industry/content_packaging.pdf.

Martínez, H.(2004) *Análisis de modelos de diseño instruccional para eventos educativos en línea*. Informe No. 3 Herramientas nuevas para los ajustes virtuales de la educación.

Martínez, J. (2002). Objetos de aprendizaje. Una aplicación educativa de Internet 2. Recuperado el 28 de Octubre de 2006 de <http://eae.ilce.edu.mx/objetosaprendizaje.htm>

Mason, R. and Rennie, F. (2004). Broadband: A solution for Rural-e Learning?. *International Review of Research in Open and Distance Learning*. ISSN: 1492-3831. Disponible en línea: http://www.irrodl.org/content/v5.1/mason_rennie.html. 11-05-04

Materi, R. and Fahy, P. (2004). Interim report: A case Study of internet based Distance Education Program Development in Vietnam. *International Review of Research in Open and Distance Learning*. ISSN: 1492-3831. Disponible en línea: http://www.irrodl.org/content/v5.1/materi_fahy.html. 11-05-04

Ortega, J. L. (2005). *Diseño del curso de inducción para el aprendizaje de la aritmética y álgebra para los estudiantes de nuevo ingreso del Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán*. Tesis de Maestría no publicada. CIIDET. DGEST. SEP. México.

Pantoja, R. (2002). El constructivismo en la selección de aspirantes a ingresar al Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. Revista CRISOL TECNOLÓGICO editada y publicada por el Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán, Jalisco.

Pantoja, R. y Ulloa, R (2007). Objetos para aprendizaje que integran un ambiente virtual. En Añorve, E. y Pantoja, R. (Eds), *Lecturas: enseñanza y aprendizaje de las matemáticas vía la computadora* (pp.98-110), México: ITCG.

Puga, K., Añorve, E., y Puga, M. (2007). El programa multimedia e-math y su efecto en el aprendizaje de los alumnos de nuevo ingreso del Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. *Revista CRISOL-Tecnológico* 7(6), 4-9.

Rodríguez, R. (2005). *Estrategia didáctica para el aprendizaje del álgebra para los estudiantes de nuevo ingreso del instituto tecnológico de ciudad guzmán*. Tesis de Maestría no publicada. Departamento de Matemáticas del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara. México.

UNESCO (1998). La educación superior en el siglo XXI : visión y acción. Extractada por Elisa Morales Flores. *Biblioteca Virtual de Bibliotecnic Consultores* Lima: Bibliotecnic Consultores. Disponible en línea: http://www.bibliotecnic.org/archivos_biblioteca/doc51.pdf. 22-02-05

Yelland, N. y Masters, J. (1997). Learning Mathematics with technology: Young Children's understanding of Paths and Measurement. *Mathematis Eduation Research Journal* 9(1), 83-99.