

Evaluación de objetos de aprendizaje del área de matemáticas dirigidos a la educación virtual en nivel superior

Cristina Juárez, Magally Martínez, Anabelem Soberanes, René Cruz

Universidad Autónoma del Estado de México Centro Universitario Valle de Chalco

Resumen

El área de matemáticas por sus características y estudio, requiere de herramientas que faciliten su comprensión y asimilación. Considerando que el cálculo diferencial es una materia obligada en programas del área de Ingeniería y algunas de Ciencias Sociales, se determina una importancia alta por las instituciones y académicos para el adecuado entendimiento por parte de los alumnos. Esta materia constituye una utilidad fundamental para modelar fenómenos sociales y naturales, razón por la cual un deficiente manejo de este conocimiento es un obstáculo en el desempeño de otras temáticas y en diversas aplicaciones de los cursos Universitarios. Por esa razón, en este trabajo se propone la evaluación de objetos de aprendizaje diseñados para un curso de cálculo diferencial, vistos desde el contexto del curso en nivel Universitario en las licenciaturas de Informática Administrativa e Ingeniería en Computación, en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco. Dicha evaluación se orienta a la medición cuantificable de aspectos y elementos que representen la calidad de los objetos de aprendizaje vistos como un producto informático educativo.

Palabras clave

Objetos de aprendizaje, elementos de calidad, educación virtual, educación superior.

Introducción

Los objetos de aprendizaje (OA) son los elementos de un nuevo tipo de instrucción basada en el uso de computadoras y fundamentada en el paradigma computacional de "orientación al objeto". Se valora sobre todo la creación de componentes (llamados "objetos") que pueden ser reutilizados en múltiples contextos.

Posteriormente, el período comprendido entre 1998 y 2003, se caracteriza por una explosión en definiciones y aproximaciones al concepto de objeto de aprendizaje, sin embargo todavía persistía una gran ambigüedad en la definición conceptual, lo cual hace que la búsqueda generalizada continúe.

Los humanos hemos desarrollado una técnica para enfrentarnos a la complejidad; realizamos abstracciones, incapaces de denominar en su totalidad a un objeto complejo, decidimos ignorar sus detalles no esenciales tratando en su lugar con el modelo generalizado del objeto (A. Orton, 1983).

Un OA "debe tener un objetivo de aprendizaje, una unidad de instrucción que enseñe el objetivo y una unidad de evaluación que mida el objetivo" (Cuevas, 1993). Los OA

representan tópicos, los cuales conforman lecciones, que a su vez conforman unidades, que a su vez conforman cursos.

“Un Objeto de Aprendizaje Reutilizable es una colección de entre 5 y 9 Objetos Informativos Reutilizables (RIO) agrupados con el propósito de enseñar una tarea laboral asociada a un objetivo de aprendizaje en particular. Para hacer de la colección de RIO una verdadera experiencia de aprendizaje o lección, se debe adicionar al paquete una descripción, un resumen y una evaluación” (Cuevas, 1999).

Un OA es “una colección de objetos de información ensamblada usando metadatos para corresponder a las necesidades y personalidad de un aprendiz en particular. Múltiples objetos de aprendizaje pueden ser agrupados en conjuntos más grandes y anidados entre sí para formar una infinita variedad y tamaños” (Chan, 2003).

Otra aproximación a los OA: “Trozos pequeños y reusables de medios instruccionales como cualquier recurso digital que puede ser reutilizado para apoyar el aprendizaje” (Wiley, 2002).

Así mismo se consideran como recursos educativos que pueden ser empleados por tecnologías que permitan el aprendizaje. Cualquier recurso digital reutilizable que es encapsulado en una lección o ensamblado en grupo de lecciones en unidades, módulos, cursos o hasta programas (Muñoz, 2007). Los objetos pueden ser reutilizados en diferentes aplicaciones y esta es la idea fundamental de los OA: Los diseñadores educacionales podrán construir componentes instruccionales que puedan ser utilizados las veces que sea necesario y en diferentes contextos de aprendizaje (Muñoz, 2007).

Con relación a los OA el concepto surge como una herramienta para denominar la complejidad. Existen algunas definiciones de OA que resultan muy amplias, mientras que otras son específicas para una herramienta, o el sistema u organización que las emplea. Así el Learning Technology Standards Committee (LTSC Comité de Estándares de Tecnologías de Aprendizaje) del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) define a los OA como “cualquier entidad digital o no digital la cual puede ser reutilizada o referenciada por la tecnología apoyando el aprendizaje” (IEEE, 2002).

Esta diversidad de definiciones nos marca varias pautas de trabajo en el uso, construcción y formas de exploración de los OA. Como puede observarse un OA puede ser visto desde diversos contextos y de ahí se deriva lo multidisciplinario de su tratamiento.

En lo que se refiere a la definición de un OA, en esta investigación se coincide en considerar que son recursos educativos curriculares que cuentan con un diseño instruccional y características propias.

La actividad de planeación educativa se ve auxiliada en la actualidad por el área de cómputo, no sólo en el desarrollo de actividades guiadas o supervisadas, programas de apoyo para cálculo numérico y gráfico, entre otros, donde es común su uso, en especial para el área de matemáticas.

Una preocupación de toda institución es dotar de un sitio web donde almacenar material didáctico de apoyo a los diversos cursos que imparte. La mayoría contemplan información genérica sobre la escuela y algún material visual, documentos planos o presentaciones sin interacción para los usuarios.

Una primera pregunta que surge es: ¿cómo seleccionar el material, qué criterios de diseño deben contener los materiales?.

Por otro lado, abundan sitios de educación a distancia, que comparten subir material e impartir. ¿Cómo formar habilidades y competencias medibles en los usuarios?. En el ambiente semipresencial (B-learning); es decir donde estudiante, profesor y tecnología tiene papeles definidos.

El cálculo diferencial es materia obligada en los programas de las carreras del área tecnológica e incluso en las del área de ciencias sociales y constituye una herramienta fundamental para modelar fenómenos sociales y naturales, por lo que un deficiente manejo de este conocimiento establece una limitante tanto en el desempeño de otras asignaturas como en diversas aplicaciones de la carrera en cuestión. Una de las principales preocupaciones institucionales es el bajo aprovechamiento académico y los altos índices de reprobación en esta asignatura. Una posible explicación a esta situación es que tradicionalmente los cursos se establecen bajo la perspectiva de una matemática estática, mecánica, descontextualizada y sin sentido. Esto conduce, en el mejor de los casos, a una cierta habilidad en la parte operativa pero con un gran desconocimiento de la parte conceptual. Incluso es creencia común en los estudiantes que hacer matemáticas significa hacer operaciones puntuales, manipular signos y memorizar (Skemp, 1976).

Aunque existen propuestas sobre cómo modificar este esquema tradicional de enseñanza aprendizaje, los resultados de las evaluaciones a nivel nacional e internacional no dejan mentir sobre los resultados en todos los niveles, en particular para el nivel medio superior y superior (ANUIES 2006, Avilés 2009).

Ante un problema tan grande es importante considerar los diversos enfoques para lograr concretar una propuesta que sea factible en el aula, con fundamento teórico y haciendo uso de tecnología, ya que los recursos actuales obligan al docente a modificar sus herramientas en beneficio del proceso enseñanza aprendizaje, en particular para el área de matemáticas dotándole de un acercamiento experimental y dinámico, más que estático.

Ante esta problemática se propone un proyecto global definido como Proyecto Enseñanza del Cálculo (PECAL) que a su vez involucra cuatro vertientes, también considerados como proyectos específicos, 1.- Seminario Virtual Enseñanza del Cálculo (SECAL), 2.- Encuentro Internacional sobre la Enseñanza del Cálculo (EICAL), 3.- Revista El Cálculo y su Enseñanza (RECALE) y 4.- Plataforma de Material y Software Educativo (PMSE). Dichos proyectos no son separados como muestra la figura 1, están complementados y es el trabajo colaborativo de diversas instituciones nacionales y colaboradores internacionales. Dicho proyecto es dirigido por el Departamento de Matemática Educativa del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (DME-CINVESTAV-IPN).

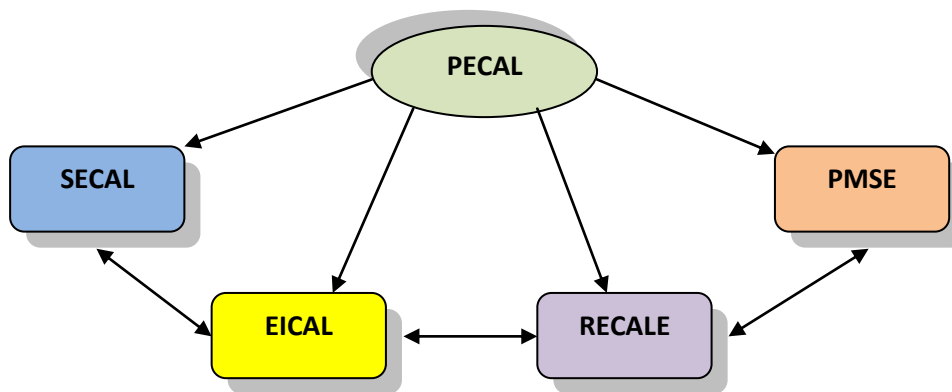


Figura 1. Proyecto Enseñanza del Cálculo.

Para abordar los contenidos conceptuales del cálculo diferencial vistos desde el contexto de las carreras a nivel universitario, la Licenciatura de Informática Administrativa e Ingeniería en Computación, en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco (CU UAEM VCh), perteneciente a la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex) como participante del proyecto PMSE. Se ha desarrollado un esquema de trabajo plantea la posibilidad de incorporar herramientas computacionales como apoyo al curso para permitir a los alumnos experimentar con representaciones de los objetos matemáticos a estudiar, sin limitarse a un solo enfoque; es decir, se usan recursos de Internet, applets y el software educativo CalcVisual, sin modificar el temario curricular oficial ni los contenidos, pero donde los problemas y ejemplos abordando son propios del área de Informática Administrativa e Ingeniería; tampoco se modifican los lineamientos oficiales de evaluación del curso: Tareas (20%), practicas en software (20%), examen (dos parciales, 40%) y proyecto final (20%).

De tal forma que en este trabajo se presenta la propuesta de evaluación de OA ya desarrollados e implementados en las licenciaturas antes mencionadas con el objetivo de contar con instrumentos de medición de la calidad de los OA del área de matemáticos y en específico de la asignatura de cálculo que forman parte de la PMSE.

Materiales y Métodos

Una de las formas tradicionales de conducir un curso de matemáticas, consiste en que el docente realiza la mayor parte de la actividad en clase ilustrando con problemas y su resolución el tema de matemáticas, la mayoría de las veces tomados de los libros usuales de la materia y fuera de contexto de interés del alumno, y simplemente los contenidos son memorizados por el docente para su reproducción en aula ya sea por los años que se lleva impartiendo la materia o por una tradición de enseñanza. Cuando el proceso de enseñanza consiste en que el alumno sólo repite las imágenes del pizarrón, tiende hacia la construcción de hábitos en los estudiantes y no hacia la interiorización de los conceptos (Asiala, 1997).

Sin embargo, la experiencia en los cursos de cálculo en el ámbito universitario muestra que con frecuencia cuando se requiere de algún concepto previo, el estudiante se

confunde, empieza a repetir verbalmente la fórmula asociada y en la mayoría de los casos acaba proponiendo algo absurdo (Cuevas, 2003).

Por otra parte, contemplar a la tecnología como parte del proceso enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, es hoy algo necesario puesto que los cambios que produce en la enseñanza de la matemática son tanto en forma como en contenido (Chiappe, 2007). Por otra parte, el uso de la computadora ofrece la posibilidad de simular procesos de la realidad e interactuar entre los diversos contextos o registros de representación semiótica de un concepto matemático (Escobar, 2005).

Así, la simple introducción de la computadora no garantiza por sí sola mejora alguna, si no se tiene un marco didáctico adecuado, con actividades para el estudiante, simulaciones en computadora controladas y con seguimiento de respuestas (Forgasz 2002; Lozano, 2000). A pesar de ello, y debido al enorme potencial de simulación y cálculo numérico de las computadoras, existe entre los investigadores en educación un cierto consenso en la siguiente hipótesis; mediante ambientes para el aprendizaje por descubrimiento con el uso de la computadora en cursos de matemáticas, se logra que el estudiante investigue y construya sus ideas matemáticas, promoviendo así una mejor comprensión de los conceptos matemáticos (Asiala, 1997; Simmt, 1997).

Lo que se intenta en esta propuesta es que mediante instrumentos de medición se cuantifique la efectividad de las herramientas computacionales diseñadas con base al usuario en la asignatura de cálculo diferencial a través de la resolución de los tipos de problemas que dieron origen al cálculo: el trazado y descripción del comportamiento de una curva, que además represente conceptos del área económico administrativa e ingeniería; de esta forma los conceptos propios del cálculo diferencial, como la monotonía, máximos y mínimos, concavidad, etc. surgen como una necesidad para llevar a cabo el proyecto propuesto y tienen una representación en un contexto de su interés.

Por lo anterior, se considero realizar un estudio de ubicación de los OA matemáticos que se han creado en el CU UAEM VCh, teniendo como pauta la clasificación de los OA.

Para reconocer el tipo de objeto, con la finalidad de colocarlo en un buen contexto, dependiendo de la composición, interacción y percepción educativa. Es necesario conocer una clasificación (Navarro, 2005), la cual está representada en la siguiente tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de objetos de aprendizaje.

Perspectivas de clasificación	Tipos de OA según la perspectiva de clasificación
Clasificación de los OA desde el punto de vista de su composición	OA atómico
	OA compuestos
Clasificación de los OA desde el punto de vista de su integración	OA integrados
	OA agregados

Clasificación de los OA desde el punto de vista de su uso en la educación	OA de ámbito genérico en un ámbito educativo.
	OA con una metodología bien definida y con un objetivo educativo muy claro.
Clasificación de los OA desde el punto de vista de la interacción con el usuario	OA de interacción nula
	OA estático
	OA animado
	OA interactivo
Clasificación de los OA desde el punto de vista de la interacción dado por el número de usuarios	OA uniusuarios
	OA multiusuarios
Clasificación de los OA desde el punto de vista del modelo de enseñanza por computadora	Presencial
	Híbrido
	A distancia
Clasificación de los OA desde el punto de vista del modelo de aprendizaje	Conductistas
	Constructivistas
Clasificación de los OA desde el punto de vista por su valor educativo	Neutralidad educativa
	Relevancia Educativa

Para el caso de aprendizaje del área de matemáticas se tiene en cuenta que parte del estudio de la estructura de un mundo ideal, surgido a partir de las acciones interiorizadas del sujeto. Mediante el lenguaje formal (simbólico) se opera un cambio en el plano de representación: las acciones, que en el plano material se realizan con objetos concretos, en el plano ideal se realizan con símbolos. La abstracción es resultado de un cambio en el nivel de representación. Los objetos matemáticos se manipulan, se operan al nivel de lo simbólico; estas acciones en el nivel simbólico permiten ir generando una red de relaciones entre diversos objetos.

Los OA en el área de matemáticas se orientan en diferentes perspectivas de clasificación y el elemento principal considerado es el apoyo en el proceso de enseñanza aprendizaje, además de que sean visuales e interactivos para representar los conceptos, procedimientos, en fin el tema en general y no solo de temas sino también de un curso entero de matemáticas así de esta manera el docente puede

apoyarse de estos OA al enseñar a los alumnos y así mismo los alumnos realizar las simulaciones correspondientes.

Los OA matemáticos desarrollados por CU UAEM VCh contienen una estructura compuesta de diversos elementos que se presenta en la figura 2. Los OA matemáticos presentados en esta investigación se basan en representar el contenido de procesos u algoritmos que representen la vida real (A. Hans, 2002).

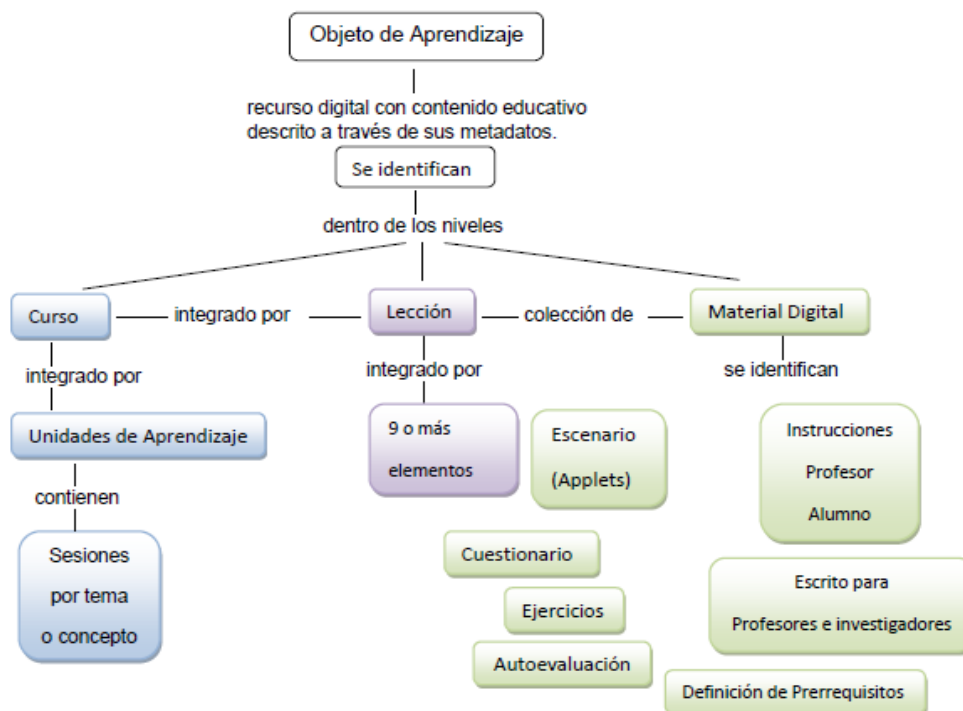


Figura 2. Esquema de OA del área de matemáticas.

En la figura 2 se observa que los elementos que contienen los OA de matemáticas, son los considerados para alguna otra área, sin embargo en este esquema se ha enfocado el desarrollo de tres OA enfocados a temas de la asignatura de cálculo diferencial para promover y mejorar el entendimiento de temas relacionados con la asignatura ya que debido a la complejidad de la misma, se presenta un alto índice de reprobación (W.Thurston, 1994).

Como se ha visto la estructura de un OA puede ser tan sencilla o compleja en cuanto al diseño y desarrollo de los mismos, aunque la intención ha sido representar los OA matemáticos de la forma más clara, visual e interactiva posible para la comprensión de los temas de cálculo diferencial. Así mismo se pretende dentro de diversos proyectos continuar con el desarrollo de OA de otras áreas de las matemáticas. Con este fin se pretende evaluar la efectividad de los OA desarrollados por medio de la evaluación de aspectos de calidad (Carpenter, 1997).

La figura 3 presenta los aspectos relacionados con un OA que pueden ser evaluados y cuatro perspectivas de evaluación según se pretenda. La determinación de la calidad de un OA está en función de los resultados de su evaluación respectiva y los elementos que se consideraron en su diseño, desarrollo e implementación.

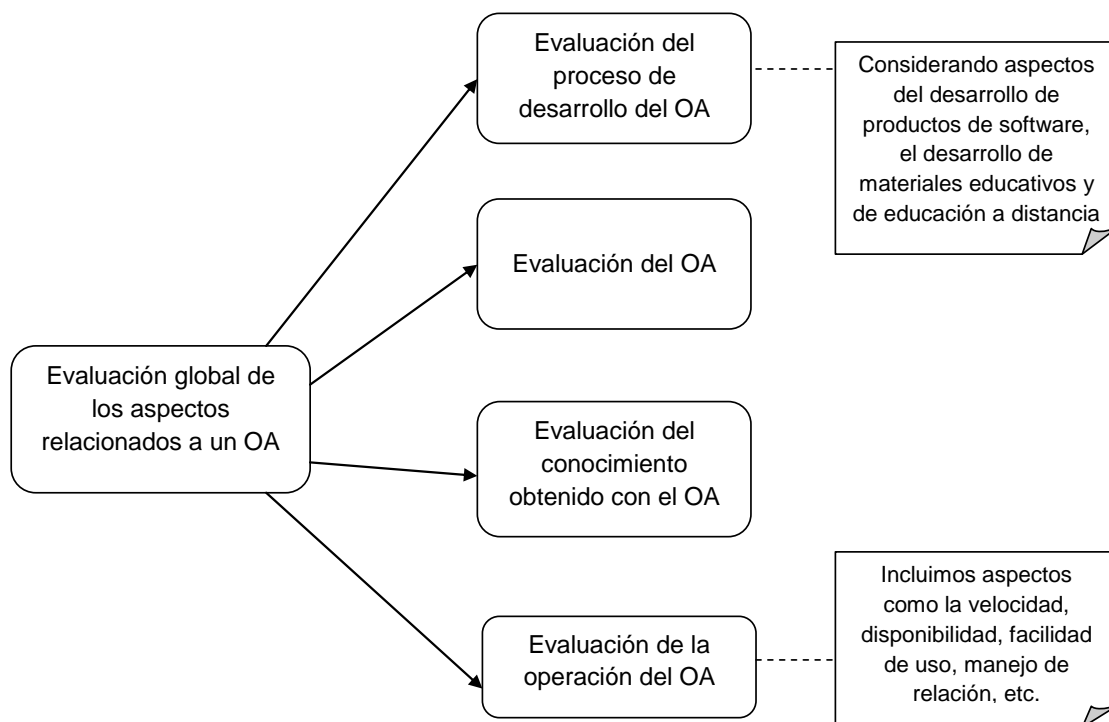


Figura 3. Evaluación global de la calidad de un OA.

En la evaluación del proceso de desarrollo del OA. Se consideran tanto elementos de ingeniería de software, como elementos para la elaboración de materiales instruccionales. Se debe de evaluar primeramente que se tenga un proceso de desarrollo bien definido, que sea el adecuado para el tipo de elemento y, preferentemente, que cuente con medios para el aseguramiento de la calidad.

Con relación a la evaluación del OA se debe considerar una medición de los elementos tecnológicos, pedagógicos, de contenido, estéticos y ergonómicos. Acto seguido, con base en elementos como el contexto del usuario, la granularidad del OA y el estilo de aprendizaje del alumno, se procederá a determinar una serie de pesos y estándares para realizar la determinación de la calidad del OA (Vila, 2005).

La evaluación del conocimiento obtenido con el OA es un tema ampliamente documentado y se refiere a la evaluación de los aprendizajes. La evaluación de la operación del OA se refiere a la disponibilidad del OA, la velocidad en la búsqueda y la velocidad en la ejecución, entre otros. La operación dependerá en gran medida de la plataforma utilizada, en la infraestructura, de una adecuada administración de recursos informáticos y del repositorio del OA, por mencionar algunos elementos.

Finalmente para determinar la calidad de un OA mediante la evaluación (mostrada en la figura 3) es necesario considerar que en el caso de los OA matemáticos son un producto informático y educativo, por lo que la calidad de dicho producto contiene distintos aspectos de un desarrollo de software que emplea el paradigma de objetos y además debe haber consideraciones relacionadas con productos de tipo educativo. Con base en lo anterior y con la finalidad de facilitar el estudio de la calidad de un OA, se distingue entre los aspectos técnicos, pedagógicos, de contenido y estéticos como se muestra la composición en la figura 4.

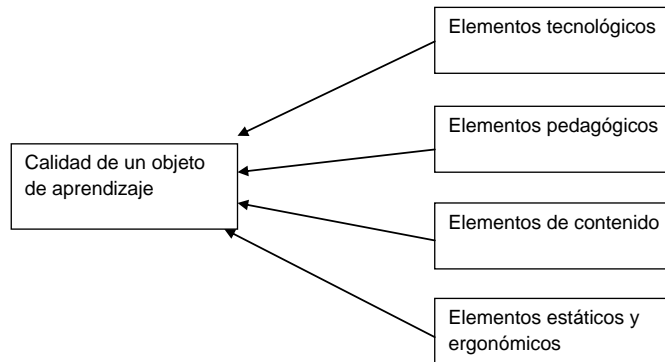


Figura 4. Elementos de evaluación de un OA.

Descripción de los OA matemáticos

Objeto 001: Barril

Se debe contar con la instalación del programa llamado Cabri_II_Plus, este OA cuenta con el documento llamado “Instrucciones Alumno” que describe la actividad en la cual se debe encontrar el diámetro de la base y la altura del barril para que su volumen sea el máximo. Esta aplicación es para abordar el tema de máximos y mínimos del curso de cálculo diferencial. La figura 5 presenta el problema de forma visual y el programa en que esta realizado.

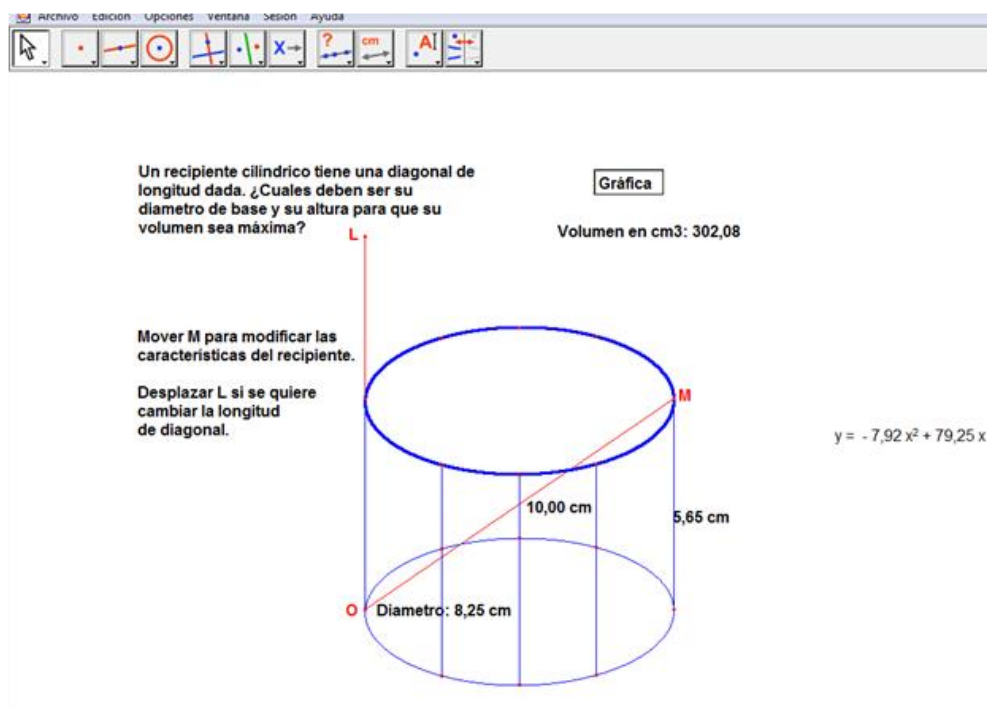


Figura 4. OA Barril.

Objeto 002: Globo

Para este OA se necesita tener instalado los plug-in de flash este objeto consiste de cuatro archivos los cuales indican instrucciones para el alumno y el profesor. Los

conceptos abordados con este applet son radio, volumen y altura del recipiente, globo y el agua. La figura 5 presenta el applet del OA.

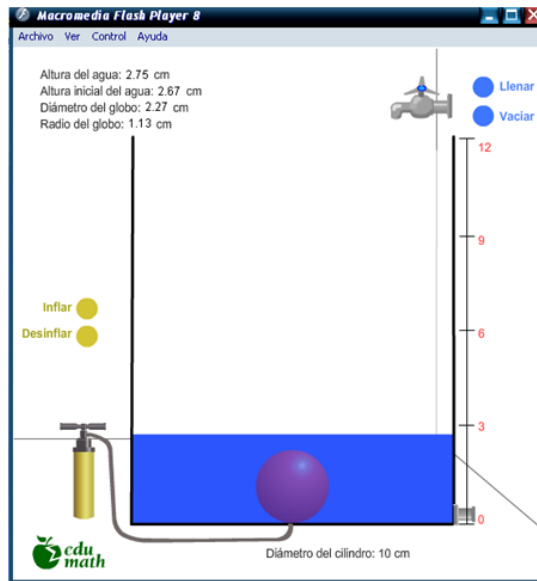


Figura 5. Funcionamiento del OA Globo.

Objeto 003: Isoperímetro

Para este OA se necesita tener instalado el programa llamado Cabri_II_Plus este objeto consiste de dos archivos los cuales indican instrucciones para el alumno y el profesor. Los conceptos abordados con este applet son del tema de área máxima e isoperímetros de la unidad de derivada de una función real dentro del curso de cálculo diferencial e integral. Este OA aborda el problema a resolver que indica: Un agricultor tiene 150 km de malla de alambre (representados por el perímetro de 29.99 cm) y desea cercar con esa malla la mayor zona rectangular posible. Al iniciar la aplicación en la primera imagen que muestra (figura 6) es el resultado óptimo a dicho problema.

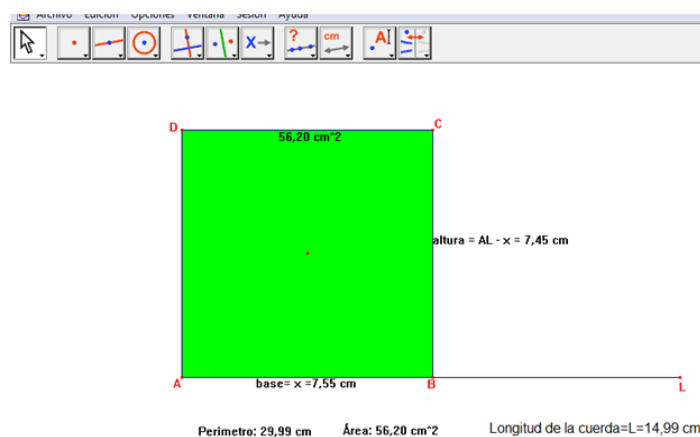


Figura 6. Imagen inicial del OA Isoperímetro.

Los OA presentados anteriormente son utilizados en los cursos de cálculo diferencial y se han diseñado tanto instructivos para el docente como para los alumnos, y estos se

encuentran entre algunas de las herramientas, dentro del repositorio de la PMSE del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

Resultados y Discusión

Se ha experimentado a lo largo de cinco años, considerando que el ingreso es anual en las licenciaturas de Informática Administrativa e Ingeniería en Computación se han venido solventando deficiencias hasta mejorar los OA desarrollados. Los grupos de cada licenciatura son heterogéneos, ya que se encuentran personas que llevan un estudio continuo desde secundaria, mientras que están otros que han dejado de estudiar cierto tiempo y retoman su preparación profesional. De la misma manera están los alumnos que trabajan y estudian, mientras que otro sector corresponde solo a estudiantes de tiempo completo. De manera que la dedicación fuera de las cuatro horas dedicadas en aula para la asignatura de cálculo diferencial e integral es variable, lo máximo son dos horas al día.

Se toma un grupo de control del primer año de cada una de las carreras de Informática Administrativa e Ingeniería en Computación en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, constituido por 35 personas provenientes de diversas opciones de bachillerato (técnico y general de la zona), donde inicialmente el 70% cursó durante su último año de estudio un curso de cálculo diferencial.

Se realiza un estudio cuasiexperimental, mediante un examen diagnóstico se determinan los prerrequisitos y se establece el nivel inicial del grupo, que resulta en su mayoría con la ausencia del manejo elemental de operaciones básicas de aritmética con números reales, fundamentos de álgebra, imprecisión para definir y evaluar funciones, y el común desconocimiento de la parte operativa de los conceptos propios de cálculo: raíces, límites, derivadas, etc. Por lo que el curso universitario inicia con las simulaciones de poleas, barril, globo e isoperímetro como medio de necesidad para solventar la ausencia de prerrequisitos, que se apoya también en problemas de corte administrativo como la definición de costo e ingreso de un negocio, haciendo evidente la necesidad del manejo aritmético y algebraico, por lo que los alumnos tratan de solventar esas deficiencias usando los applets descritos y realizando ejercicios.

Posteriormente, monitoreando el uso de otros modelos matemáticos (ingreso, costo, ganancia, etc.) a mayor profundidad y retomando la motivación al estudio del cálculo en el contexto de las carreras. Cabe mencionar que para el alumno resulta de inicio difícil cambiar la forma de trabajo y pasar de una actitud pasiva a una activa en el proceso de enseñanza aprendizaje, además de ir de manera inversa a como tradicionalmente se han formado en los cursos de matemáticas.

Lo que ha permitido identificar y mejorar algunos aspectos en el diseño de OA del área de matemáticas a través del proceso descrito anteriormente fue mediante la aplicación del instrumento de medición para determinar la calidad de los OA utilizados en los cursos de cálculo; los cuales obtuvieron calificaciones satisfactorias haciendo referencia a la clasificación y evaluación para determinar la calidad del OA.

Entre las características que presentaron los OA creados se encuentran las siguientes:

- Reutilizable: explica que para poder ser de utilidad en diferentes procesos educativos por usuarios diversos. Los contenidos de aprendizaje se dividen en pequeñas unidades de instrucción apropiadas para poder utilizarlas en varios cursos.
- Flexibilidad: Consiste en desarrollar procesos de trabajos colaborativos, generando de forma espontanea comunidades virtuales para el intercambio de material didáctico digital.
- Facilidad de actualización, búsqueda y almacenamiento.
- Accesibilidad.
- Facilidad del aprendizaje basado en competencias.

Esto bajo un modelo de uso B-learning, con el objetivo de servir de apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje del curso de cálculo diferencial.

A raíz de la utilización de los OA en los cursos universitarios y a partir del seguimiento (4 años) de resultados, se observo que disminuye el índice de reprobación (80%-30%) en las carreras de Informática administrativa e Ingeniería en Computación del CU UAEM VCh.

Existe cierta continuidad en el desempeño de los alumnos para las materias conjuntas de matemáticas.

En general, los alumnos muestran una disposición inicial diferente a la tradicional (confrontable con respecto a los otros grupos), al encontrar una razón de ser del cálculo como parte de su quehacer profesional, los contenidos adquieren cierto significado. El hecho de ver los problemas de su área al inicio del curso los motiva a conocer y solventar deficiencias para lograr solucionarlos; y posteriormente al retomarlos en el marco de aplicación de un concepto profundizan más en los problemas con los que tuvieron contacto al inicio del curso, esto es observable no sólo en actitud sino mediante el nivel cognitivo de las preguntas, esto se constata en un análisis cualitativo.

El uso de las herramientas computacionales (en especial con el uso de CalcVisual) permiten limitar el tiempo destinado a los cálculos numéricos, lo que se destina a exploraciones conceptuales y al trabajo en diversos registros de representación de conceptos como dominio, raíces, límites, derivada, etc. Los problemas que tradicionalmente aparecen de aplicación ahora constituyen la razón de ser del curso, logrando así al final del curso una mayor profundidad en la exploración de conceptos.

Además, este proceso involucra el uso de recursos computacionales que permite mejorar a los estudiantes con deficiencias en el dominio de la asignatura y que necesitan ejercitar más con verificación constante lo realicen a través del software; pero también para alumnos aventajados les es posible experimentar con el software aún antes de revisar un tema en clase, gracias a las componentes tutoriales, lo que reditúa en un nivel de avance personalizado. Además el nivel de asesoría es grupal e individual, por la manera de estructurar el curso, grupal en el momento de revisar en sesión plenaria los avances y ejercicios, e individual al trabajar en parejas y verificar respuestas con el sistema.

Conclusiones

Se presenta un estudio de caso donde se han realizado actividades para un curso en línea de cálculo diferencial en el primer semestre de las carreras de cómputo en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, donde el diseño de los materiales obedece a los aspectos de calidad necesarios para los productos informáticos y educativos.

Finalmente, este estudio está siendo extrapolado a otros cursos y otros temas relacionados con el área de matemáticas.

Así, el modelo propuesto ejemplifica una forma de trabajar el cálculo diferencial en el contexto del alumno, dándole sentido a su estudio; además se incorporan herramientas computacionales a través del trabajo con el software educativo CalcVisual y con applets y recursos de Internet, delimitando el rol de los agentes involucrados en este proceso de enseñanza-aprendizaje: El profesor, la tecnología y el estudiante. En particular, CalcVisual adquieren un sentido cognitivo que promueve la adquisición de los conceptos del cálculo diferencial en su parte operativa y conceptual, lo que complementado con herramientas como applets temáticos bajo el esquema del curso, proporcionan una opción en el proceso de enseñanza aprendizaje de la materia. De esta manera la propuesta sustenta el diseño de un curso de cálculo diferencial en contexto e incorpora herramientas de apoyo para el mismo.

Cabe mencionar que no se espera que un esquema como el mostrado aquí se incorpore como tal a otras circunstancias y espacios académicos, puesto que el diagnóstico determina el punto de partida y la profundidad con que pueden tratarse los ejercicios del área al iniciar el curso. Asimismo las herramientas computacionales, applets y CalcVisual, requieren de cierta disposición por la modificación de roles y tareas; sin embargo la efectividad de toda la propuesta debe alentar otros esquemas de trabajo.

Bibliografía

A. Hans (2002). Una didáctica fundada en la sicología de Jean Piaget. Kapelusz. Anuies México.

ANUIES (2010). Estadísticas de la Educación superior. Obtenido en febrero 2010 de la dirección: http://www.anuies.mx/servicios/e_educacion/index2.php

Aviles (2009). "Resultados Enlace 2009". La Jornada, Martes 8 de Septiembre de 2009. Sección: Sociedad y Justicia, 41.

Asiala, J. Cottrill, K. Schwingendorff, E. Dubinsky (1997). "The Development of students, graphical understanding of the derivative". Journal of Mathematical Behavior 16(4): 339-431.

A. Orton 1983. "Students Understanding of Differentiation". Educational Studies in Mathematics. 143: 235-50 Aug.

Carpenter, J. Hebert (1997). "Learning and Teaching with Understanding". International Handbook of Mathematics Education. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

- C. Cuevas (1993). Reforma del programa de matemáticas 'métodos cuantitativos aplicados a la administración', del 3er. trimestre de la carrera de administración, U.A.M. (Azcapotzalco). Tesis de Maestría. Departamento de Matemática Educativa, CINVESTAV.
- C. Cuevas (1999). Hacia una clasificación de la computadora en la enseñanza de las matemáticas. Investigaciones en Matemática Educativa II. Iberoamérica, México.
- C. Cuevas, F. Pluvinage (2003). "Les projets d'action pratique, éléments d'une ingénierie d'enseignement des mathématiques". Annales de didactique et sciences cognitives. 8: 975-999. IREM de Strasbourg.
- Chan, Núñez, M. E. 2003. "Hacia la creación de un acervo nacional de OA". Gaceta Universitaria, año 1, no. 245., p. 10.
- Chiappe, A., Segovia, Y., & Rincon, H. Y., (2007). Toward an instructional design model based on learning objects. Educational Technology Research and Development. ISSN 1042-1629 .Volume 55, number 6.
- Forgasz (2002). Computers for learning mathematics: gendered beliefs. In Proceedings of the 26th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. 2:369--375.
- G. Lozano (2000). A dynamic software visualization tool for calculus instruction at the collage entry-level. In Proceedings of the Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. 2: 703.
- Escobar, J. J. M. 2005. Metodología para la creación de OA de Apoyo a la Educación a Distancia. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional.
- E. Simmt (1997). "Graphics calculators in High School Mathematics". Journal of Computer in Mathematics and Science and Technology. 16(2/3): 269-289.
- Estándar para Metadatos de Objetos Educativos Comité de Estandarización de Tecnologías Educativas del IEEE, Copyright © 2002 por el Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. P1484.12.1-2002
- Muñoz, Arteaga, 2007, Tecnología de OA. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Muñoz A. 2007. "La Determinación de la Calidad del Contenido de un Objeto de Aprendizaje" Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.
- Navarro, Cendejas, José, Ramírez Anaya, L. F, 2005, OA. Formación de autores con el modelo redes de objetos, Cuadernos de Innovación Educativa. Universidad de Guadalajara.
- R. Skemp (1976). "Relational understanding and instrumental understanding". Mathematics Teaching 77: 20-26.
- Vila, R. R. 2005. "Diseño de materiales curriculares electrónicos a través de OA". RED. Revista de Educación a Distancia, IV.

Wiley, D. 2002, Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy, *The Instructional Use of Learning Objects*, The Agency for Instructional Technology.

W. Thurston (1994). "On proof and progress in mathematics". *Bulletin of the American Mathematical Society* 302:161-177.