

# HIPERMEDIA ADAPTATIVA EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE PROCESOS DE OPTIMIZACIÓN

Prof Mgter. Mirta Susana González

Profesora Titular

CÁLCULO II

Prof. Susana Elena Albergante

Profesora Titular

CÁLCULO I

Prof. Antonio Sottile Bordallo

Profesor Titular

Computación

Intitución: Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Económicas

**Palabras Claves:** Funciones Semióticas, Hipermedia Adaptativa, Sistemas Hipermedia Adaptativos.

## Resumen

Con la progresiva evolución de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, llamadas TICs, y su rol protagónico en la Red de Redes “Internet”, se produce un cambio trascendental en la Educación a Distancia. El nuevo paradigma educativo debe conjugar las características de la educación presencial con la potencialidad de recursos didácticos de las TICs, como son los Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA), proyectando un espacio virtual de aprendizaje en donde el alumno asume un rol protagónico, activo, en el proceso de enseñanza – aprendizaje, construyendo significados, materializando el “Aprender a Aprender”, independizándose de las variables tiempo y espacio.

Este nuevo contexto nos impulsa a abordar los nuevos desafíos educativos que se plantean y es el origen de nuestro grupo interdisciplinario que, con la participación de especialistas de España, se propone investigar y desarrollar un Sistema Hipermedia Adaptativo para la enseñanza del Cálculo, para la Optimización con el uso de funciones, que llamaremos SHACO. Estos espacios de aprendizaje permiten configurar un entorno educativo adecuado al perfil de cada alumno, constituyéndose en un poderoso recurso didáctico y facilitando así la construcción de significados. El alumno adquiere un rol activo en la construcción de su aprendizaje. Estos espacios son un complemento importante en las clases tradicionales o presenciales, pero su principal uso es la generación de espacios virtuales de aprendizaje, para aprovechar al máximo las propuestas de educación a distancia a través de Internet.

Se trabaja con procesos de Optimización, comenzando con funciones de una variable independiente y luego con funciones de varias variables independientes. Luego se extiende a la Optimización de funciones sujetas a restricciones expresadas con igualdades.

Con esta metodología se pueden plantear cursos a distancia, favoreciendo la llegada de la enseñanza universitaria a lugares más remotos y descomprimiendo las aulas, a veces con excesiva cantidad de alumnos, sin perder la atención personalizada del docente a través de la red.

# 1. Formulación y fundamentación del problema a investigar

## 1.1 Didáctica

El punto crucial en los procesos de instrucción matemática está en la naturaleza de los conceptos y su relación con el contexto, es decir, en la comprensión de su semántica sin descuidar el dominio de la sintaxis del lenguaje simbólico, que también es muy importante.

El presente trabajo, encuadrado dentro de las tendencias actuales de la Educación Matemática, pone énfasis en el estudio de:

- Los procesos de interpretación de los sistemas de signos matemáticos puestos en juego en las situaciones didácticas y las relaciones dialécticas entre el pensamiento (las ideas matemáticas), el lenguaje matemático (sistemas de signos) y la resolución de problemas.
- El manejo dinámico y coherente de los diversos sistemas de representación y la utilización de la tecnología como elemento catalizador del proceso de cambio.

Se comunicarán algunos resultados acerca de la incidencia de la implementación de las nuevas tecnologías (TICs) en los cursos de Cálculo, desarrollados en la Facultad ya mencionada anteriormente. Como así también su influencia en lo referente a los conocimientos que pone en juego el alumno cuando se enfrenta a una situación que necesita cambios de registros y por ende, su peso en el significado del saber.

El aprendizaje de las matemáticas moviliza distintas actividades cognitivas que requieren de sistemas de representación diferentes: lenguaje natural, escrituras algebraicas y lógicas, gráficos cartesianos, diagramas, notaciones simbólicas para los objetos, esquemas, tablas, comandos de programas computacionales, gráficos animados, etc. Esta diversidad de registros semióticos son esenciales para el desarrollo de las actividades cognitivas en la mencionada asignatura.

Raymond Duval (“Semiosis y pensamiento humano”, Pág. 46) dice al respecto: *“Un aprendizaje específicamente centrado en el cambio y coordinación de los diferentes registros de representación semiótica, produce efectos espectaculares sobre las macrotareas de producción y de comprensión”*. Las representaciones semióticas son sólo el medio que dispone el individuo para exteriorizar sus representaciones mentales. El pensamiento matemático está estrechamente ligado al desarrollo de simbolismos para representar los objetos y sus relaciones.

La pluralidad de sistemas semióticos incrementa la capacidad cognitiva del sujeto y por ende sus representaciones mentales. Un objeto matemático debe su existencia a los cambios de registros. Esta movilización simultánea es familiar en las actividades matemáticas, pero no es sencilla para todos los alumnos.

Las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TICs) pueden ser una posible solución a esta situación. La interacción dinámica con los objetos matemáticos en diversos sistemas de representación permite a los estudiantes construir un conocimiento matemático más cercano a lo que se persigue.

En palabras de Kaput: *“los medios electrónicos nos permiten no solamente crear nuevas notaciones para los objetos y las acciones matemáticas, sino también crearlas dinámicamente y conectarlas de tal forma que las consecuencias de acciones en un sistema sean observables en otros y sea posible sobreponerlas para ayudar a la abstracción y a la imposición de estructura”* (Pág. 538). *“En la medida en que diferentes representaciones de ideas y acciones sean importantes y que sus conexiones se deban internalizar, las representaciones conectadas informáticamente se convertirán en un aspecto cada vez más importante del uso del computador en matemáticas”* (Pág.532).

Los resultados que hasta ahora se han obtenido como consecuencia de la utilización de computadoras en la Educación Matemática no son concluyentes, aunque la mayoría de los estudios muestran efectos positivos que van en la dirección correcta (Dunham y Dick, 1994; Balacheff y Kaput, 1996; Ruthven,1996).

Con esta investigación se pretende dilucidar los beneficios del uso tecnológico, alertar en caso de posibles obstáculos y alentar a los docentes a que se embarquen en procesos de enseñanza - aprendizaje apoyados en el uso de las TICs como herramienta en el proceso educativo.

El acceso a la información mundial a través de Internet tiene un impacto muy grande en la educación, promueve en los estudiantes una capacidad de aprendizaje para toda su vida y, aunque no se haya establecido con absoluta claridad los nuevos márgenes y caminos en los que se va a desenvolver la enseñanza del Cálculo en el futuro, de ningún modo podemos permanecer anclados en los viejos puntos de vista.

## 1.2 Tecnológicos (TICs)

La exponencial evolución de las TICs nos permite disponer de una gran cantidad de recursos que pueden ser usados para fines educativos como:

Aplicaciones Multimedia (Sonido, Texto, Video) que pueden ser utilizados mejorar cualitativamente el proceso de enseñanza - aprendizaje en el Aula ( Virtual o Tradicional), y particularmente la potencialidad comprobada de los Sistemas Hipermedia Adaptativos en donde podemos considerar no solo la combinación del hipertexto y los multimedios sino hasta el perfil del alumno que pasa a tener un rol protagónico, activo en su propio aprendizaje, la posibilidad de que el aula puede ser la misma red de redes (Internet), la interacción que se puede propiciar entre alumnos, contenidos, profesores, especialistas, el alumno puede construir gradualmente sus significados en función de su ritmo, estilo y nivel de aprendizaje potenciado por la motivación o el estímulo asociado a sus características personales.

En este contexto es que surge la necesidad de analizar las distintas propuestas metodológicas de sistemas SHA y proponer la construcción del sistema SHACO para su utilización en la enseñanza de Matemáticas que es una de las disciplinas fundamentales en donde el alumno tiene más dificultades de aprendizaje.

En la figura 1 podemos observar la Arquitectura básica de los SHA con sus componentes.

### Arquitectura de los Sistemas Hipermedia Adaptativos

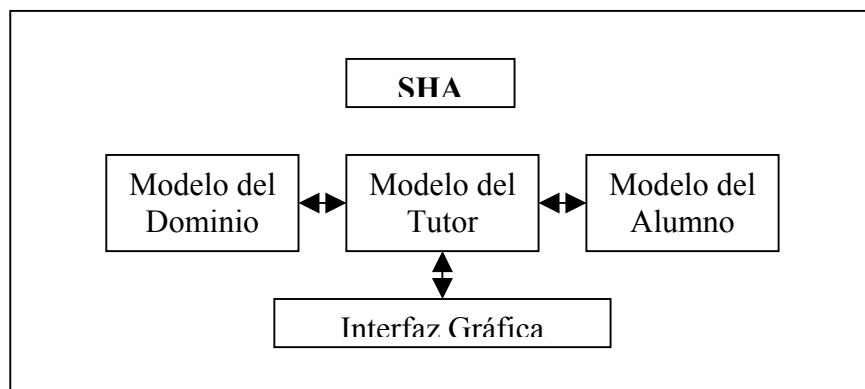


Figura 1

**Modelo del dominio.** Contiene la información que se desea enseñar a los alumnos, almacenando tanto los elementos que se pueden presentar como la estructura o forma en que éstos se encuentran organizados, así como información de su disponibilidad dependiendo de determinadas situaciones.

**Modelo del alumno.** El modelo del alumno o del estudiante contiene la información sobre el alumno. Esta información incluye preferencias y objetivos del alumno, así como la información generada en la interacción con el sistema. Esta información es la que se puede utilizar en el proceso de adaptación del curso. Algunas de las entidades que comprenden este módulo son: conocimiento del alumno (nivel, velocidad de aprendizaje, tipo de aprendizaje, preferencias sobre los elementos multimedia utilizados), material didáctico utilizado (información que ya se ha presentado al alumno), historia del alumno (datos de interés sobre la interacción del alumno), es decir comprende aquellas características o atributos relativos a su proceso de enseñanza-aprendizaje.

**Modelo del tutor.** El modelo del tutor, también denominado modelo de adaptación o modelo pedagógico es el motor del sistema o tutor en sí (el cómo enseñar), siendo responsable de adaptar la información al alumno en particular, en función de la información disponible sobre éste. Determina el plan de enseñanza y, para ello, suele realizar las siguientes funciones: selección del material didáctico que se va ofreciendo (en función del nivel de conocimiento del alumno en cada momento), establecimiento de la accesibilidad del alumno a los contenidos (en función de los conocimientos adquiridos y del nivel que presente en cada uno de éstos) y evaluación (que se suele realizar en base a los resultados obtenidos en las distintas actividades realizadas).

**Interfaz gráfica.** El interfaz es el entorno donde se produce la comunicación entre el alumno y el sistema. Este elemento puede ser estudiado desde dos puntos de vista diferentes: desde el punto de vista del usuario, el interfaz es el medio a través del cual va aprendiendo la información que se le presenta, interactuando con él. Desde el punto de vista del tutor, el interfaz es el medio a través del cual se enseña, mostrando en cada momento la información que se considera más adecuada.

### **1.2.1 Arquitectura del Sistema Hipermedia Adaptativo SHACO**

Es una herramienta apta para la creación de espacios virtuales de aprendizaje y por consiguiente favorecerá la formación continua a través de una educación virtual.

Se pretende lograr que el alumno disponga de una poderosa herramienta didáctica que los ayude a cumplir sus objetivos de aprendizaje; que el docente intervenga en el proceso de análisis de contenidos y vincularlos en su desarrollo; propiciar la innovación educativa; incursionar en tecnologías educativas emergentes; virtualizar el aula e independizarla del espacio y del tiempo.

Para su construcción se tomará como base los siguientes criterios:

Su estructura debe privilegiar la metodología de enseñanza-aprendizaje para el área de conocimiento abordada y en un segundo plano la tecnología empleada para su diseño.

No debe limitar totalmente al alumno o discente, en el proceso de construcción de significados

Debe ser dinámico adaptándose a los requerimientos de aprendizaje de los alumnos que podemos observar en el bucle de interacción entre los distintos componentes de la Figura 2.

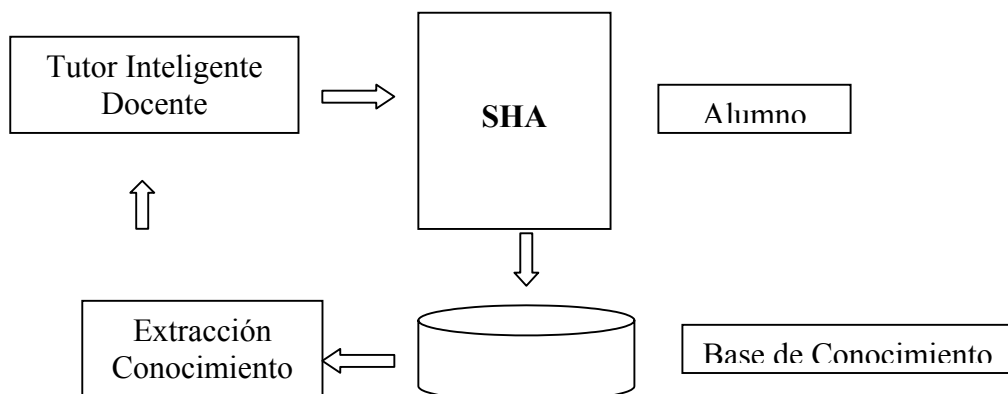


Figura 2

En la Figura 2 podemos observar que hemos propuesto agregar dos módulos que permitan utilizando técnicas de Minería de Datos para extracción del conocimiento y su posterior realimentación al Módulo del Docente y/o Tutor Inteligente para adaptar los contenidos en función de la interpretación, evaluación de los resultados obtenidos y la utilización del conocimiento descubierto logrado en el proceso de enseñanza - aprendizaje del alumno.

Este mecanismo permitirá realimentar todo el proceso de aprendizaje del alumno y actualizar en función de los resultados obtenidos los contenidos que se impartirán facilitando de esta manera mejorar continuamente el proceso de enseñanza – aprendizaje.

## 2. Metodología de investigación

Nuestro Grupo de Investigación desde el año 1998 evalúa el impacto de las TICs en la enseñanza de los distintos contenidos en las Ciencias Matemáticas tratando de mejorar constantemente el proceso educativo y su inserción social.

Considerando la investigación y la experiencia recabada en estos años donde detallamos el experimento realizado en didáctica de las Matemáticas con la incorporación de las TICs y con la premisa de propiciar permanentemente la innovación educativa, abordamos la temática de HIPERMEDIA ADAPTATIVA en colaboración con Universidades Europeas.

Con el objeto de efectuar el presente estudio, se ha realizado:

- una exploración acerca de los resultados alcanzados por investigaciones con objetivos afines a la presente;
- un análisis semiótico-cognitivo de los procesos de interpretación y negociación de significados en pruebas tomadas a alumnos provenientes de un cursado tradicional (CT) y de otro que contaba con implementación tecnológica (CC), para comparar
- una confrontación de las experiencias vividas por las titulares de Cálculo I y II durante la última década.
- un estudio comparativo de resultados y notas obtenidas por los alumnos del CT y CC.

## 2.1 Análisis de experiencias

El aprendizaje de un conocimiento matemático, por parte del alumno, no es uniforme.

Su adquisición se logra por una codificación que el estudiante realiza de la información recibida. Por este motivo es necesario efectuar un estudio de las distintas representaciones que ellos construyen respecto a la nueva noción.

Duval, R (pág. 26), dice: “*No hay conocimiento que un sujeto pueda movilizar sin una actividad de representación*”. Por tal motivo hemos centrado nuestra reflexión en esa actividad, valorando además, la incidencia de los recursos informáticos en ella.

Se constatará la presencia de distintos registros en las respuestas de alumnos de primer año de Ciencias Económicas, respecto a nociones relativas a “la derivada de una función” y el significado que ellos les otorgan. Los registros analizados fueron:

- Gráfico: La representación del objeto o noción, se obtiene a través de la combinación de signos: punto, recta, curva, etc. (sistema cartesiano ortogonal).
- Algebraico: La representación del objeto se obtiene por una asociación de signos, letras y números, que expresan polinomios, ecuaciones, etc.
- Formal: Está constituido por el simbolismo elemental de expresión en Matemática y en particular por las notaciones funcionales.
- Lenguaje natural: La representación está expresada por los signos del lenguaje natural (castellano en este caso).

La experiencia se aplicó a 40 estudiantes de primer año de la universidad, que habían promocionado Cálculo I. Esta asignatura se imparte en dos modalidades, simultáneamente, en el primer semestre de primer año:

para los alumnos de la carrera de Contador y de Licenciatura en Administración se dicta en forma tradicional, en aula con pizarrón y clases teórico-prácticas.

para los alumnos de la carrera de Licenciatura en Economía se dicta en el gabinete de computación, con lectura y práctica en los textos interactivos preparados con un soporte computacional.

Se conformaron dos grupos, elegidos al azar:

CT : 20 alumnos de cursado tradicional

CC: 20 alumnos de cursado computarizado

Los alumnos respondieron un cuestionario de 12 ítem conceptuales acordes con el propósito de la investigación. La prueba se tomó en el mes de octubre, tres meses después del cursado, para evitar la influencia que hubiera tenido la cercanía con el examen final de la asignatura. Trabajaron individualmente y fueron supervisados por un docente, quien no respondió ninguna pregunta sobre el tema. El tiempo de la evaluación fue de una hora.

A continuación se examinarán tres ítem (1, 3 y 8) y sus respectivas respuestas.

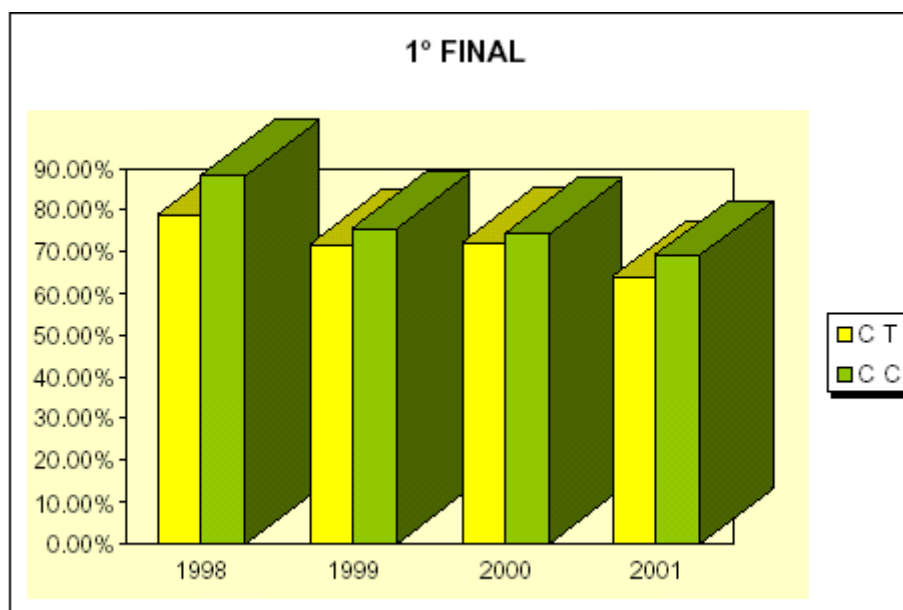
Las respuestas a estos ítem facilitan, más que otros, la detección de habilidades para leer un gráfico movilizando conceptos pertinentes que aprendieron en lenguaje formal o natural. Permiten apreciar si pusieron en juego diferentes registros, cómo los articularon y qué tratamientos efectuaron en el interior de ellos, como así también, si los conocimientos fueron manejados con sentido, desde sus experiencias, y si supieron transferirlos.

Además, permiten analizar si la tecnología jugó un papel considerable en la conversión de los sistemas de representación utilizados y en los esquemas de validación utilizados.

Ponen de cierto modo en evidencia, si la evolución de las concepciones del estudiante puede depender de la presencia de la tecnología, es decir, si los logros son consecuencia de algún modo de la metodología que se ha utilizado con cada uno de los grupos de estudiantes.

Los otros ítem son más pautados y lo observado en ellos ayuda a validar lo anterior, pero no ofrece aportes diferentes. Por este motivo no se abordarán.

En el gráfico de barras, que se presenta a continuación, se observa que el porcentaje de alumnos aprobados, correspondiente al cursado computarizado (CC), supera a los tradicional (CT)



## Conclusiones

En relación con las características de los SHA creemos que su gran potencialidad brinda un gran recurso didáctico en el aula, tradicional o virtual.

Consideramos que presenta un entorno atractivo y novedoso para los jóvenes estudiantes y por lo tanto facilitará el aprendizaje.

Pensamos que se pueden establecer criterios para diseñar una herramienta estándar, para abordar grupos de interés en espacios virtuales de aprendizaje.

Creemos que estas nuevas metodologías de aprendizaje facilitarán la llegada de la enseñanza universitaria a lugares remotos y mantendrán el seguimiento del docente aún sin que el estudiante se movilice de su domicilio .

## Bibliografía

Raymond Duval (1999); Semiosis y pensamiento humano, Grupo Educación Matemática, Colombia.

Cajaraville Pegito, Jose Antonio, ( 1995) , Evaluación del Significado del Cálculo Diferencial para Estudiantes Preuniversitarios. Su evolución como consecuencia de Ingeniería Didáctica,– Universidad Santiago de Compostela.

Villarreal, Mónica E., (1998), El pensamiento matemático de estudiantes universitarios de cálculo y tecnologías informáticas, Río Claro: IGCE- Cp. De Río Claro-UNESP.

Artigue, Michele, (1998); Enseñanza y Aprendizaje del Análisis Elemental: ¿qué nos enseñan las investigaciones didácticas y los cambios curriculares?

Godino, Juan D. y Batanero, Carmen, (1998), Funciones semióticas en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas,  
<http://www.ugr.es/~jgodino/semioesp/funciones.html>

George Kontos, (2001) ; The Laptop University: A Faculty Perspective - Vol. 9, No. 1.

Brusilovsky, P.: *Adaptive Hypermedia*. User modeling and user Adapted Interaccion. Ten Year Anniversary Issue (Alfred Kobsa, ed.) 11 (1/2), 87-110 .(2001)

Brusilovsky, P.; Miller, P.: Web-based testing for distance education. P. De Bra and J. Leggett (eds.) Proceedings of WebNet'99, World Conference of the WWW and Internet, AACE, (1999), pp. 149-154.

Carro, J.A.; Pérez, T. A.; J. Gutiérrez, Morlán, I.: Planteamiento de Ejercicios en un Sistema Hipermedia Adaptativo. *Novática*, Num, 125, enero-febrero,(1997).

Macías J.A y Castells P.: Interactive Design of Adaptive Courses. In Computer and Education-Towards an Interconnected Society, M. Ortega and J. Bravo (eds.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (The Netherlands), (2001). Rudner, M.: An on-Line, Interactive, Computer Adaptive Testing Mini- Tutorial.  
<http://ericae.net/scripts/cat/catdemo.htm>. (1998)

Schoenfeld, A.: Metacognitive and epistemological issues in mathematical understanding. In E. Silver (Ed.), *Teaching and learning mathematical problem solving: Multiple research perspectives*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum. (1985), pp. 361-380.

Schoenfeld, A and Pólya: Problem solving, and education. *Mathematics Magazine*, 60(5), (1986) 283-291.

Schoenfeld, A. H.: *Mathematics thinking and problem solving*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. (1994)

A.B. Gil; R. López; F. García, A. Gómez; F. Sosa. *Un Sistemas Hipermedia adaptativo en Procesos de Resolución de Problemas Matemáticos*. Actas del Congreso Internacional Interacción'2002. Madrid (2002), pp. 372-373.

Yudong Yang, Jinlin Chen, and Hongjiang Zhang, "Adaptive Delivery of HTML Contents", 9th International World Wide Web Conference – The Web: The Next Generation, Amsterdam, 2000.