

## APROPIACIÓN DEL CONOCIMIENTO, USANDO TECNOLOGÍA DISEÑADA MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE LA ZONA DE DESARROLLO PRÓXIMO, EN LA ENSEÑANZA DEL PENSAMIENTO NUMÉRICO

Rogelio Ramos C., Armando Aguilar M., Omar García L.

Universidad Nacional Autónoma de México

México

egorrc@gmail.com, egor1131@servidor.unam.mx, armando@servidor.unam.mx

Campo de investigación: Pensamiento numérico

Nivel: Superior

**Resumen.** *Esta indagatoria consiste en el desarrollo de material educativo apoyado por tecnologías; con propósitos académicos y de investigación. El propósito fundamental es probar que se pueden obtener mejores resultados en el aprendizaje del Cálculo Numérico (Computo Científico), por medio del uso de adecuados apoyos computacionales. También se espera probar que se puede mejorar los índices de aprobación; así como, propiciar el crecimiento de los indicativos de retención en las carreras de ingeniería que se imparten en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la UNAM, mediante el uso de materiales educativos en computadoras. El material de apoyo, tiene dos componentes fundamentales; una son los tutoriales que tienen por objeto el facilitar el aprendizaje. La otra componente estará compuesta de herramientas del cómputo científico que servirá de apoyo en la solución de problemas de aplicación, propios de la ingeniería. Es importante mencionar que esta indagatoria esta en proceso de aplicación.*

**Palabras clave:** Conocimiento, zona de desarrollo próximo, enseñanza, pensamiento numérico

### Introducción

El desarrollo de la informática y la introducción expansiva de las tecnologías de la información durante las últimas décadas en los ámbitos sociales a dado lugar a la llamada sociedad de la información que se caracteriza por la globalización de la economía, la aparición de nuevos sectores laborales, la valoración del ritmo del cambio, la potenciación de una infraestructura tecnológica, la flexibilidad del trabajo, y el uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación. Estas condiciones exhortan a importantes cambios en las instituciones educativas para que puedan responder a las demandas sociales, culturales y de cambios en las demandas de cualificación del mercado de trabajo (Cabero, Barroso y Román, 2001). Basado en profundos estudios sobre los sistemas de cómputo, sustentados por las teorías del aprendizaje el grupo de investigación se propone el desarrollo de un tipo de sistema nuevo que presenta ciertas innovaciones: Puede ser capturado desde diversas interfases. Posee diversas opciones pedagógicas pre-definidas que no existen en otras aplicaciones y que además pueden ser modificadas. Incluye dentro del sistema y

de sus opciones de consulta el uso de estrategias de aprendizaje, instrucciones específicas para estudio, elementos de motivación, preguntas relacionadas y otros temas relacionados.

### **Antecedentes**

Los ordenadores están presentes en las escuelas y en las casas, y no pueden ser ignorados por los maestros. En este trabajo, planteamos la idea de que la relación entre la enseñanza de matemáticas y la tecnología de informática debe ser vista como un camino de dos sentidos. Por un lado, el uso de los recursos de informática puede ser útil en la enseñanza de matemáticas, a través de programas que permitan experimentar con las ideas matemáticas. La Computación Científica es el campo de estudio relacionado con la construcción de modelos matemáticos y técnicas numéricas para resolver problemas científicos, de ciencias sociales y problemas de ingeniería. Típicamente es la aplicación de modelado numérico y otras formas de cálculo de problemas en varias disciplinas científicas. Si las matemáticas no son sólo una parte de nuestra cultura científica sino también un útil conjunto de competencias y concepciones para una variedad de actividades profesionales y de otros tipos, entonces debemos revisar de cabo a rabo la filosofía de la educación matemática. (Vergnaud et al., 1990)

### **Justificación**

Las actitudes del estudiante hacia el rol en el uso de la tecnología en la enseñanza aprendizaje han sido analizadas en diversas investigaciones, encontrando que la tecnología fue vista como un dispositivo innovador que produce motivación, responsabilidad e independencia en el sujeto, pues este puede viajar virtualmente en un mundo de conocimiento e interacción. Además, se destaca la relevancia de los compañeros para llevar a cabo los cursos, el aprendizaje centrado en el alumno y la retroalimentación para el aprendiz. En términos generales, en las diversas investigaciones realizadas sobre actitudes de los estudiantes hacia la introducción de la educación mediada por computadora estas han sido positivas. (Ewing-Taylor, 2008) Se considera que probablemente esto sea ocasionado por la facilidad y fascinación de la tecnología en general.

### **Planteamiento del problema**

El uso de la tecnología, con un diseño bien fundamentado en los conceptos propios de la teoría sociocultural del aprendizaje, puede provocar en el estudiante el facilitar la apropiación del conocimiento en el área del pensamiento numérico.

### **Objeto de estudio**

Los estudiantes de Ingeniería, que cursan la asignatura de Métodos Numéricos, en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FESC) de la Universidad Nacional Autónoma de México.

### **Objetivos**

#### *Objetivos generales*

Desarrollar materiales educativos para Métodos Numéricos, incluida en los programas de las carreras de ingeniería de la FESC, en interfases diferentes probando qué estas pueden producir mejores resultados en el aprovechamiento escolar de los estudiantes. Producir materiales educativos y probar sus efectos en el aprendizaje y motivación de los estudiantes de ingeniería que cursan la asignatura de métodos numéricos. Elevar el nivel académico de los profesores en el área del cómputo científico, mediante la actualización en los cursos de métodos numéricos; así como, el dominio de los métodos numéricos, su desarrollo, su aplicación y enseñanza de aquellos que se usan actualmente en la tecnología y en la ciencia a nivel internacional.

#### *Objetivos particulares*

En particular el objetivo de esta indagatoria es, probar que se pueden obtener mejores resultados en al aprendizaje de los métodos numéricos por medio del uso de adecuados apoyos computacionales. También se espera probar que se puede mejorar los índices de aprobación y de retención en las carreras d ingeniería mediante el uso de materiales educativos en computadoras. Probar la efectividad de los medios de apoyo educativo, desarrollados en la investigación, mediante experimentos diseñados y mostrar los resultados obtenidos a la comunidad dedicada a la matemática educativa. Presentar los avances y desarrollo de los productos de la investigación en los foros, congresos y seminarios, tanto nacionales como internacionales.

### Hipótesis

El cuestionamiento que se plantea en este proyecto o hipótesis de investigación es:

¿Realmente el utilizar la tecnología en la enseñanza de los métodos numéricos beneficiará a los estudiantes en cuanto a la mejora de sus calificaciones?

### Metodología

A partir del ámbito de investigación que corresponde al trabajo que proponemos, se desprenden las componentes teóricas, que, deben tomarse como referentes (Álvarez y Ramos, 2006). Hemos considerado que la mejor forma de delimitar nuestro trabajo es haciendo referencia a las aportaciones teóricas e investigaciones en cinco aspectos: los métodos numéricos, la enseñanza y el aprendizaje, el uso de las tecnologías en la enseñanza, la enseñanza de los métodos numéricos y el uso de las tecnologías en la enseñanza de los métodos numéricos.

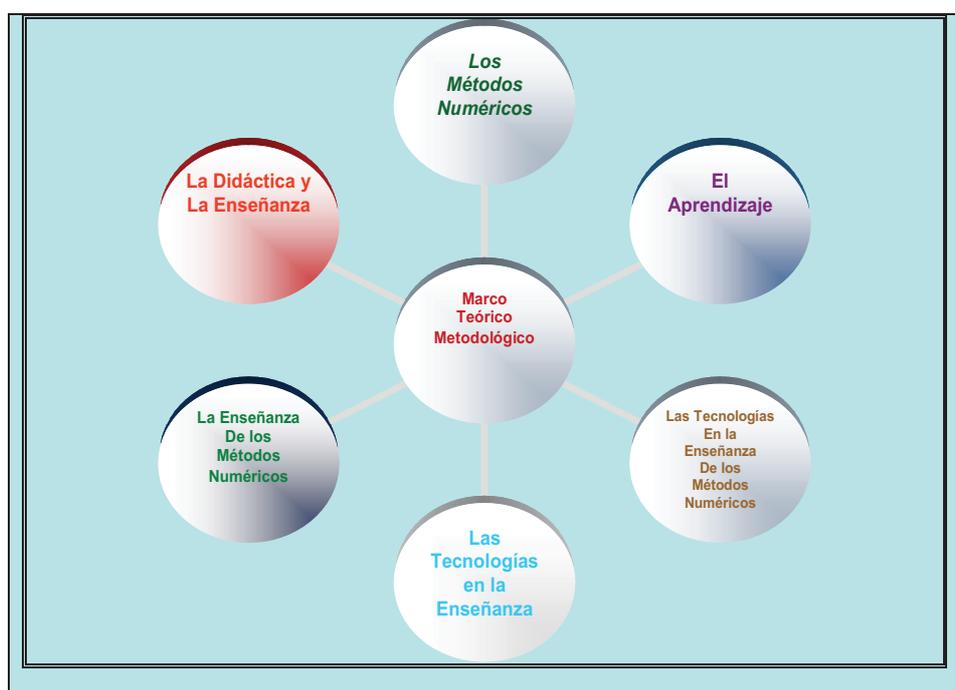


Figura 1. Aspectos teóricos considerados en la indagatoria

El tercer aspecto componente se encarga de describir las aportaciones teóricas relacionadas con el uso de las tecnologías para la enseñanza en términos generales; es decir, la forma en la que se han utilizado las tecnologías, con el propósito de enseñar y aprender en todos los ámbitos del conocimiento humano. Mientras que la componente del uso de las tecnologías en la enseñanza de los métodos numéricos es específica y solamente hace referencia a las tecnologías que se han utilizado en esta área en particular. Por último la componente relativa a la enseñanza de los métodos numéricos, tomará como referente a las investigaciones hechas en el campo de la enseñanza y el aprendizaje del área que se ha orientado al objeto de estudio en el que se centra el problema de esta investigación y por consiguiente, en esta componente se incluyen las aportaciones teóricas que en la actualidad se han dado a conocer en el campo de la matemática educativa y que representaría el estado del arte, en el área central de nuestra indagatoria y del que nutrimos el marco teórico con las más recientes aportaciones.

En particular destacaremos en la descripción de la metodología a utilizar, los aspectos más relevantes que se encuentran tras el desarrollo del material de apoyo computacional y nos referimos a los conceptos de las teorías del aprendizaje, que dan sustento a nuestras aplicaciones de software; específicamente estaremos usando el concepto de Zona de Desarrollo Próximo desarrollada por Lev Vygotsky, la cual se puede describir en forma sintetizada como aquella que establece que, las capacidades de solución de problemas pueden ser de tres tipos: i) aquellas realizadas independientemente por el estudiante, ii) aquellas que no puede realizar aún con ayuda y iii) aquellas que caen entre estos dos extremos, las que puede realizar con la ayuda de otros.

Los procesos psicológicos superiores, que son lo procesos específicamente humanos, tienen su origen en la vida social, es decir, se constituyen a partir de la mediación y de la internalización, de prácticas sociales y de instrumentos psicológicos creados culturalmente (Vygotsky, 1979). El conocimiento es un producto de la interacción social y de la cultura. Resalta los aportes de Vygotsky en el sentido que todos los procesos psicológicos superiores (comunicación, lenguaje, razonamiento, etc.) se adquieren primero en un contexto social y luego se *internalizan*. Así pues nos proponemos establecer mediante la conceptualización teórica de Vygotsky los objetivos estratégicos específicos:

- a) Promover, la formación de los hábitos y actitudes que configuren un tipo humano capaz de convertirse en agente consciente del desarrollo (creatividad, capacidad de

autoaprendizaje, sentido crítico, disciplina y organización en el trabajo, sentido de responsabilidad personal y social). Los medios de operar para conseguir este objetivo serán:

- i. Diseñar y aplicar el entramado pedagógico que descansa más en la actividad del estudiante que en la labor informativa del maestro y que se oriente a eliminar la recepción pasiva de información, sustituyéndola por su análisis y comprensión.
  - ii. Conjuntar la comprensión de la teoría con su aplicación práctica. Propiciar en el estudiante la búsqueda y organización de la información. Preparar al estudiante en el uso personal de material informativo, como condición del auto-aprendizaje.
  - iii. Establecer sistemas de evaluación de conocimientos para considerar, junto con el aprendizaje, el logro de habilidades y hábitos positivos, que propicien una educación continua. Llevar a cabo reuniones y cursos con el personal docente para reorientar la enseñanza bajo los principios anteriores.
- b) Facilitar al estudiante, la información de actualidad de la más alta calidad, con el propósito de estimular el proceso de auto desarrollo. Para la consecución de este objetivo se propone:
- i. Establecer los medios que permitan el flujo, hacia la docencia, de la información sobre el desarrollo de la ciencia y la auto-evaluación y superación constante de la calidad del material informativo utilizado en la enseñanza.
  - ii. Implementar y aplicar la metodología para la transmisión del conocimiento de manera eficaz, que permita distribuir la información de mayor calidad al mayor número de personas en el menor tiempo posible.

### **Aplicación del experimento**

Actualmente la investigación se encuentra en proceso de aplicación del experimento diseñado, utilizando solamente el material escrito y en desarrollo de las principales componentes computacionales que conforman el aspecto más importante de la indagatoria. Para la primera etapa se tiene contemplada la aplicación de los siguientes aspectos, mostrados gráficamente.

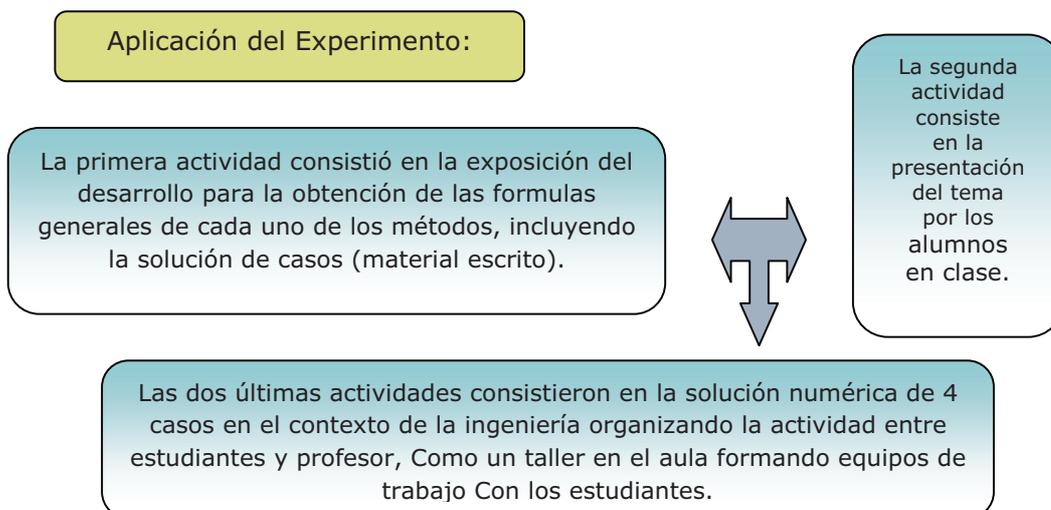


Figura 2. Aplicación de la primera etapa del experimento diseñado

Se muestra la forma en la que se ha considerado, el como se llevarían a cabo las interacciones, en el diseño del experimento

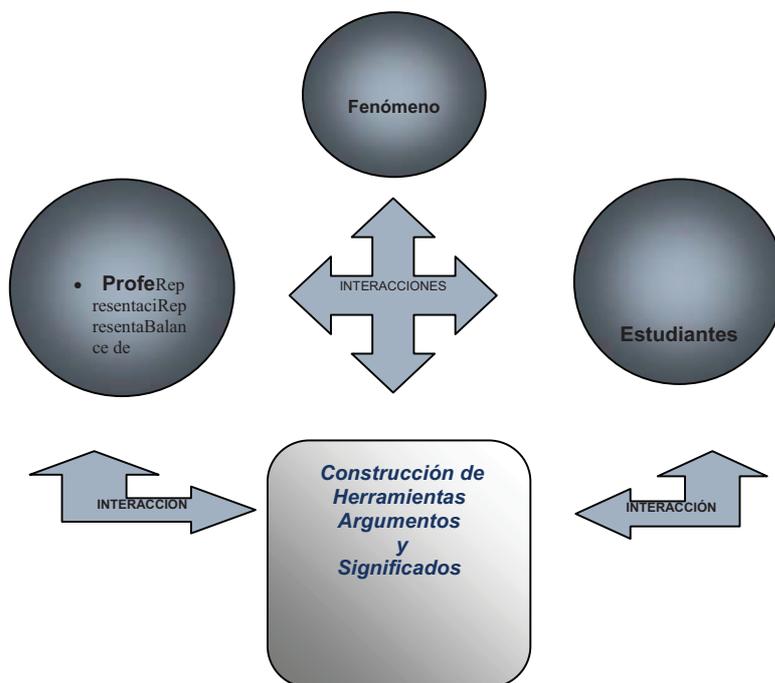


Figura 3. Interacción: Fenómeno-Estudiantes-Profesor

### **Diseño e implementación del material de apoyo**

El material de apoyo escrito se desarrollo de acuerdo a la currícula de cada una de las carreras de Ingeniería, que se ofrecen actualmente en la FESC-UNAM, en relación a la asignatura Métodos Numéricos. El Material escrito contiene el desarrollo de cada uno de los métodos, desde el punto de vista algorítmico, incluye ejemplos, casos de estudio y problemas propuestos. Este material se editó en forma de notas, en el comité editorial de la Facultad. Su implementación consistió en facilitar al estudiante los temas que serían presentados por ellos en una primera etapa del desarrollo del curso.

El material computacional se esta desarrollando, mediante lenguajes y aplicaciones de programación y consiste en dos aspectos fundamentales: un tutorial y un paquete de programas. El tutorial se diseño considerando tres componentes fundamentales. La primera de ellas compuesta por animaciones que explican la formulación de cada uno de los métodos de manera visual. Una segunda componente se refiere a una forma didáctica de realizar la aplicación de los métodos numéricos a casos específicos de las distintas áreas de la ingeniería (casos en contexto); así mismo, en esta componente se llevará a cabo una evaluación por el alumno (autoevaluación) con posibilidades de detectar sus posibles fallas o aciertos y la retroalimentación correspondiente. Una tercera componente consiste de un generador de problemas aleatorios los cuales serían resueltos por el estudiante para su evaluación previa (pre test) correspondiente a cada uno de los métodos numéricos propuestos en el curso. En esa última etapa el estudiante se puede apoyar en el paquete de programas, para verificar sus respuestas. Dicho paquete, esta siendo conformado por todos aquellos programas por computadora desarrollados por los expertos del computo científico y se escribe en Lenguaje "C". Se escribiría en forma de programa conversacional, indicando la clase de problemas que resuelve en cada caso; tal que, el usuario, sabe que tipo de datos debe de introducir, como y en que momento se introducen estos, para cada uno de los procesos que resuelve el paquete; así mismo, le permite al estudiante observar los datos de salida o solución del problema tratado por el modelo matemático de cada uno de los métodos numéricos incluidos, permitiendo al estudiante anotar las respuestas para su interpretación y discusión de resultados.

Es muy importante mencionar que la teoría que subyace al diseño del software de apoyo, esta fundamentada principalmente en el concepto de Zona de Desarrollo Próximo, que es uno de los principales conceptos de la teoría sociocultural de Lev S. Vigotsky.

La implementación del material didáctico, se estaría llevando a cabo, primero mediante el uso del material escrito como apoyo para la presentación del tema por los estudiantes con los que se esta experimentando. A continuación los estudiantes harían uso del tutorial para cubrir las tres etapas mencionadas, mediante el uso de cada una de sus componentes. Por último los alumnos resolverían un caso de estudio generado en la última etapa del tutorial y apoyados por los expertos del cómputo científico mediante un programa por computadora para verificar, interpretar y discutir sus resultados. La aplicación del experimento en la forma descrita permite que el profesor observe, escuche y tome notas cuidadosamente acerca de la forma en que el estudiante emplea la ayuda y el nivel de apoyo que necesita. Esta información ha servido para planear agrupamientos instruccionales, tutoría entre compañeros (que es la aplicación de la teoría “vigotskyana” denominada, la enseñanza recíproca), tareas de aprendizaje, trabajos para casa, etc. En este sentido el profesor habría guiado y facilitado con explicaciones, demostraciones y el trabajo con otros estudiantes, lo que hace posible el aprendizaje cooperativo. Por último se aplica a los estudiantes una prueba posterior (post test) al uso del material de apoyo, sin que se valgan de este último, a fin de que se puedan contrastar los resultados y determinar una medida de la zona de desarrollo potencial de los estudiantes.

### Referencias bibliográficas

Álvarez, M., Ramos, R. (2006). *Software de apoyo en la enseñanza de las matemáticas. Seminario de Educación Matemática en la Universidad Autónoma de Nayarit*. Recuperado el 23 de enero de 2009 de [http://www.docencia.uan.edu.mx/revista/vol.1.num.4/software\\_apoyo\\_ensenanza\\_matema.pdf](http://www.docencia.uan.edu.mx/revista/vol.1.num.4/software_apoyo_ensenanza_matema.pdf)

Cabero, J., Barroso, J. y Román, P. (2001). *Las influencias de las nn.tt en los entornos de formación: posibilidades, desafíos, retos y preocupaciones*. Universidad de Sevilla. Recuperado el 15 de febrero del 2004 de <http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/131.pdf>

Ewing-Taylor, J. (2008). *Student attitude toward web-based courses*. Recuperado el 23 de enero de 2009 de: [http://unr.edu/homepage/jacque/research/student\\_attitudes.html](http://unr.edu/homepage/jacque/research/student_attitudes.html)

Vergnaud G. Booker G., Confrey J., Lerman S., Lochhead J., Sfard A., et al. (1990). Epistemology and psychology of mathematics education. En P.Nesher & J. Kilpatrick (Eds) *Mathematics and Cognition: A Research Synthesis by the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp 14-30), N.Y.: Cambridge University Press:

Vygotsky, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona, España: Critica/Grijalbo.