

# **EL SALÓN DE CLASES VIRTUAL. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE TECNOLOGÍA DE INFORMÁTICA PARA EL APRENDIZAJE. EL CASO DE MÉTODOS NUMÉRICOS**

Ing. Raúl V. Ramírez Velarde  
Ciencias Computacionales - Campus Monterrey  
Aulas VII - 410

## **Participantes**

Ing. Enrique Arratia. (Durante 8° y 9° semestre ISC).  
Ing. Jorge Maylén. Alumno MAI.  
Lic. Adelina Aguirre. Alumno MAI.  
Ing. Enrique Martínez.

## **Introducción**

El propósito de este proyecto es el definir una serie de metodologías de diseño de herramientas computacionales que permitan mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje e implementar dichas herramientas para la clase de métodos numéricos. La selección de las herramientas sigue a una comparación de las características del salón de clases normal, del proceso de aprendizaje humano y de la tecnología disponible [JONASSEN].

Puede afirmarse que el presente proyecto es equivalente a la construcción de un salón de clase virtual debido a que utilizando las tecnologías y herramientas, que en breve se describirán, que cubren todos los aspectos del aprendizaje descritos en distintos modelos y taxonomías como la de Bloom y la de Tennyson [TENNYSON b]. Aún corriendo el riesgo de sobre simplificar, podemos decir que el proceso de enseñanza aprendizaje involucra los siguientes pasos: exposición del maestro (posiblemente ayudada de material de apoyo como filmas, videos y sistema de sonido), toma de apuntes y notas, despeje de dudas de los alumnos, lectura del libro de texto, elaboración de ejercicios, impartición de asesoría y evaluación por medio de exámenes. Todos estos aspectos se pueden cubrir utilizando: Páginas de Web para las exposiciones, notas, apuntes, libros de texto y ejercicios de laboratorios; Programas Interactivos multiplataforma como laboratorios virtuales; Internet Chat, Correo Electrónico y Listas de Discusión para la asesoría; y finalmente bases de datos, formas interactivas y CGI's de Web para los exámenes en línea.

Una parte de este proyecto consistió en desarrollar una metodología para el desarrollo de páginas interactivas de Web e implementar páginas para la clase de métodos numéricos. Las páginas contienen información general del curso como temario, políticas, libro de texto, etc. Adicionalmente, las páginas tienen acceso directo a los apuntes y materiales de apoyo en formato HTML. Los materiales de apoyo son similares a los que los alumnos pueden adquirir impresos. Adicionalmente, las páginas de Web incluyen ligas a exámenes rápidos en línea donde el alumno puede evaluar su desempeño en la educación. Los resultados de dichos exámenes pueden ser reportados al profesor para que decida su mejor uso. Finalmente, las páginas de Web incluyen también una serie

de opciones que sólo se pueden realizar por medio de la tecnología de información como diagramas de avance y localización en el temario [KAHN], ligas a programas interactivos de simulación en línea, liga a correo electrónico y listas de discusión para que los alumnos puedan plantear dudas al profesor, ligas a animaciones, etc.

Otra parte importante de este proyecto es implementar una serie de programas educativos que sirvan para aumentar el entendimiento de los estudiantes de conceptos complejos, ayuden a los alumnos a adquirir habilidades, y permitan explorar las relaciones entre dichos conceptos en forma dinámica. Para que estos programas puedan tener éxito deben de cumplir una serie de características: Versiones para diferentes plataformas como DOS, Windows, Macintosh, Solaris, etc.; ser interactivos, intuitivos y fáciles de usar, ser visualmente estimulantes, y ser altamente flexibles para que los estudiantes puedan dirigir su propio aprendizaje y puedan experimentar libremente con los conceptos presentados. Se han desarrollado una serie de programas que cumplen con dichas características principalmente para la clase de métodos numéricos del departamento de ciencias computacionales. Los programas se basan en el diseño de simuladores dinámicos que constituyen de hecho un laboratorio virtual, donde los alumnos pueden manipular los conceptos y habilidades con libertad. Los conceptos son presentados utilizando técnicas avanzadas de visualización y de interfaces de usuario.

## **Antecedentes y Fundamento Teórico**

Los antecedentes de este proyecto se pueden encontrar en el proyecto TEC EN TU CASA en el cual se estuvo trabajando a nivel sistema en los años 1990 y 1991. El objetivo de dicho proyecto era permitir a los alumnos del ITESM tener acceso a los servicios de la red ITESM desde su casa. La técnicas de desarrollo de programas educativos que se utilizaron proviene de dicho proyecto.

Otro antecedente importante es el advenimiento del Internet [MADDUX]. El Internet es una red internacional que enlaza universidades, empresas, centros de investigación y hogares en todo el mundo. Habilita a millones de personas el tener acceso a una gran cantidad de servicios y de información. Dentro del Internet el World Wide Web (o simplemente Web) es el área de mayor crecimiento. Dicho medio consiste en la integración de la tecnología de multimedios (datos, imágenes, sonido, video, animación, etc.) en una sola aplicación cuyo manejo es sencillo e intuitivo. Dada la gran curiosidad que despierta en los alumnos el Web la sencillez en el desarrollo de aplicaciones basadas en esta tecnología [CARVIN][SWEETERS] y la disponibilidad y facilidad de uso de los navegadores se ha generado mucha inquietud en el medio académico donde ya se han realizado varios proyectos exitosos.

El último antecedente es el más reciente proyecto a nivel sistema de la Universidad Virtual. El objetivo de dicho proyecto es el de mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje incorporando la tecnología electrónica a la educación. Situando nuestro proyecto en el contexto de los proyectos de la universidad virtual [PROTEC] se pudo identificar como uno de clase IV. Es decir, que el proyecto del salón de clases virtual es uno donde se aplica la tecnología como de medio de autoaprendizaje, donde el proceso enseñanza-aprendizaje se lleva a cabo en un lugar y en un tiempo diferentes al salón de clases. No obstante, se parte del supuesto de que si un material instruccional se puede utilizar en lugar y tiempo diferente, también se puede utilizar en el salón a la hora de clase.

Los fundamentos de la aplicación del salón de clases virtual se pueden basar en tres teorías del aprendizaje que se enlistan en seguida. No se describen las teorías en este documento, pero se refiere al lector a las referencias bibliográficas enlistadas al final de este documento.

I. Teoría Conductista [COOPER]

II. Aprendizaje Significativo [SMITH]

III. Empowering en la Era de la Información [VAN DER EMBSE]

Basadas en las tres teorías descritas, se pueden encontrar una serie de características que deben caracterizar al aprendizaje de la era de la información.

1. El aprendizaje debe ser estimulante.
2. El aprendizaje debe ser práctico.
3. El aprendizaje debe ser orientado.
4. El aprendizaje debe ser constructivo.
5. El aprendizaje debe ser estructurado.
6. El aprendizaje debe ser funcional.
7. El aprendizaje debe ser funcional.
8. El aprendizaje debe ser evaluado.
9. El aprendizaje de ser en base a metas.
10. El aprendizaje debe ser personalizado.
11. El aprendizaje debe ser activo.
12. El aprendizaje debe ser total.

Componentes del modelo de desarrollo	Metas Educativas				
	Adquisición del conocimiento	Utilización del conocimiento			
Conocimiento	Declarativo	Procedural	Contextual	Complejidad Cognoscitiva	Sistema Total
Objetivos del Aprendizaje	Información Verbal	Habilidad Intelectual	Habilidad Contextual	Estrategia Cognoscitiva	Proceso Creativo
Tiempo de Instrucción	10%	20%	25%	30%	15%
Estrategia de Enseñanza	Exposición	Práctica	Resol. de Problemas	Complejidad y Dinámica	Autodirección

**Tabla 1 Relación entre las estructuras mentales que componen el aprendizaje, el Modelo de Desarrollo de IAC y las estrategias de enseñanza.**

## Modelo de diseño integral de la instrucción

Robert D. Tennyson [TENNYSON a], propone el Paradigma Cognoscitivo como base para la enseñanza tecnológica y propone un modelo de desarrollo de Instrucción Ayudada por Computadora que se relaciona

directamente con las estructuras mentales involucradas en el aprendizaje descritas en su paradigma cognoscitivo. La tabla 1 muestra ésta relación.

El fundamento teórico de este proyecto se basa en el paradigma cognoscitivo de Tennyson y en su modelo de diseño integral de la instrucción. De este modelo, se puede identificar que la utilización de Hipermedios en Internet puede cumplir cabalmente con las dos primeras columnas, parcialmente la tercera columna y puede ayudar en la quinta columna. La utilización de programas educativos puede cumplir cabalmente con las columnas 3, 4 y 5. Con esto queda cubierto todo el modelo de aprendizaje (y la taxonomía de Bloom) completamente.

Para desarrollar las páginas de Web se han desarrollado dos metodologías. Una metodología para la estructuración del curso orientándolo a hipermedios, y una segunda metodología para la construcción de páginas de Web para la educación. La metodología de diseño del curso es una adaptación de las metodologías existentes basadas en los conceptos mencionados para el desarrollo de cursos basados en computadoras [MADHUMITA] [MITZEL] [CAMPBELL]. La metodología de diseño de las páginas de Web es una adaptación de las metodologías existentes para el desarrollo de programas educativos [ALESSI] [RAMIREZ] y páginas de Web ahora existentes [ISAKOWITZ] [BALASUBRAMANIAN] [GARZOTO]. Nuevamente, se refiere al lector a las referencias bibliográficas para aprender sobre estas metodologías.

La principal característica de los programas educativos es una interface de usuario avanzada. En el diseño de dichos programas educativos se utilizaron muchos de los conceptos avanzados de diseño de interfaces de usuario interactivas que se pueden encontrar en [SNEIDERMAN] y [KEARSLEY]. Adicionalmente, conceptos específicamente enfocados a los programas educativos encontrados en [SCHAEFERMEYER] y [HUNKA] se aplicaron para el diseño de estos programas. Esto significa que los programas son altamente interactivos, donde la manipulación directa de objetos en pantalla es el paradigma predominante. Los comandos son visualizados también como objetos en pantalla, convirtiéndose los programas en un medio ambiente de trabajo con acciones y tareas; es decir, un laboratorio virtual.

Las principales técnicas utilizadas para la visualización de conceptos son: Abstracción, Discretización, Coloración, Codificación por Geometría y Animación. Adicionalmente, se hace uso extensivo de la manipulación directa. Se refiere al lector a la bibliografía se desea saber más acerca de estos conceptos [BROWN], [FOLEY] y [CUNNINGHAM].

## Objetivos

- Desarrollar metodologías e implementar herramientas de software que permitan definir un salón de clases virtual donde por medio de la tecnología de información se pueda llevar a cabo de forma eficiente TODO el proceso enseñanza-aprendizaje.
- Desarrollar una metodología para el diseño de un curso a ser basado en Hipermedios y para la selección del material de apoyo.
- Desarrollar una metodología para el diseño de páginas de Web interactivas que apoyen a la mejora del proceso enseñanza aprendizaje en el ITESM.
- Desarrollar páginas de Web que cubran la mayor parte del temario de la clase de métodos numéricos que incluyan: Información general sobre el curso, material didáctico de apoyo (apuntes), ligas a programas de

simulación dinámica, exámenes rápidos de evaluación, y facilidades para la ubicación y el autodireccionamiento individual del estudiante. Adicionalmente, incluir facilidades para el registro de información académica individual del desempeño de cada estudiante y ligas a la asesoría personalizada con el profesor por medio del correo electrónico, chat y listas de discusión. Las características de dichas páginas deben ser las siguientes: Que la apariencia sea estimulante para el estudiante, que su utilización sea fácil. Que el acceso sea sencillo y rápido (suficiente para que el estudiante lo pueda acceder desde su casa por medio de módem).

- Implementar una serie de programas educativos en la clase de métodos numéricos que permitan mejorar en entendimiento de conceptos complejos y permitan desarrollar habilidades requeridas en los estudiantes para cumplir con el plan de estudios de la materia de métodos numéricos. Las características de estos programas deben ser: Versiones en diferentes plataformas como DOS, Windows, Solaris y Macintosh. Altamente interactivos basados en manipulación directa. Interfase intuitiva. Libres de errores.
- Integrar los programas educativos y las páginas de Web en un sistema de enseñanza completo según el modelo de Tennyson.

## **Ventajas e Importancia**

- El alumno tendrá un medio unificado (Apuntes y notas de clase, exámenes en línea, programas de laboratorio, asesoría, etc.) con los que podrá aumentar el aprendizaje del salón de clase y autodirigir su aprendizaje.
- El material de apoyo será visualmente estimulante para el alumno utilizando un diseño gráfico avanzado, será fácil de utilizar, aumentará el entendimiento por medio de animaciones y de gráficas explicativas, y estará disponible todo el tiempo.
- El alumno dispondrá de una serie de laboratorios virtuales integrados a un medio de enseñanza completo y total, con los que podrá aprender y experimentar conceptos complejos, autodirigir su aprendizaje y adquirir habilidades mediante la experimentación.
- Todo el material instructivo podrá ser accesado y utilizado por el estudiante desde su casa.

## **Metodología**

- 1. Revisión y depuración de aplicaciones ya realizadas [Ene-Feb 96].
- 2. Desarrollo de la metodología de diseño del curso a través de una tesis de maestría de la Ing. Adelina Aguirre [Ene-May 96].
- 3. Desarrollo de la metodología de diseño de la página de Web por medio de una tesis de maestría del Ing. Jorge Maylén [Ene-May 96].
- 4. Recodificación y recompilación de programas educativos en nuevas versiones del lenguaje cT y nuevas plataformas de aplicaciones ya realizadas (Windows, Solaris) [Mar-May 96].
- 5. Diseño y Desarrollo del prototipo de la página de Web y del examen en línea [May-Julio 96].
- 6. Diseño y Desarrollo de nuevos programas [May-Dic 96].
- 7. Desarrollo de extensiones de Web (CGI) para la ubicación y autodireccionamiento, exámenes en línea, reportes al profesor [Jun-Jul 96].
- 8. Desarrollo de ejercicios de Laboratorios con dicho programas [Jul-Dic 96].
- 9. Integración con correo electrónico y programas interactivos [Jul-Dic 96].
- 10. Integración con las páginas de Web por medio de ligas [Jul-Dic 96].
- 11. Implantación completa del material didáctico [Jul-Dic 96].



## Resultados Obtenidos

- 1. Desarrollo de metodología de diseño de curso basado en Hipermedios en Internet
- 2. Desarrollo de metodología para diseño de páginas de Web interactivas enfocadas al aprendizaje
- 3. Diseño e implementación de páginas de Web para los temas de (aún terminando):
  - ◊ Raíces de Funciones
  - ◊ Solución de Sistemas de Ecuaciones Lineales
- 4. Desarrollo de programas interactivos para los siguientes temas
  - ◊ Funciones Algebraicas (tema de apoyo, Teoría de funciones)
  - ◊ Raíces de Funciones
  - ◊ Solución de Sistemas de Ecuaciones Lineales
- 5. Pruebas piloto para el curso de métodos numéricos CS-032
- 6. Implementación en plataforma Solaris y Windows 3.11

Durante el semestre Agosto-Diciembre 96 se implementarán tres programas restantes: interpolación, integración y sistemas de ecuaciones diferenciales. Es importante hacer notar que los temas de raíces de funciones y sistemas de ecuaciones lineales son los más importantes del curso. También se terminará la implementación de las páginas de Web señaladas en el punto 3<sup>1</sup>. Y se hará una recompilación de los programas ya existentes para la plataforma Macintosh.

## Conclusiones

De la investigación realizada al momento, podemos decir que es posible impartir toda la gama de conocimientos y habilidades necesarias para la educación a nivel profesional utilizando una conjunción de tecnologías de hipermedios y programas educativos interactivos. El papel del profesor no será desplazado por las nuevas tecnologías sino que se verá favorecido. El profesor será el encargado de explotar los conceptos e ideas principales del curso, los alumnos aumentarán el conocimiento por medio del material de apoyo y por medio de los ejercicios de laboratorio con los programas interactivos, y el profesor podrá personalizar la asesoría por medio del correo electrónico.

Las pruebas preliminares que se han hecho con los programas educativos muestran que los alumnos disfrutaban utilizándolos y que realmente les ayudan a comprender mejor la dinámica de fenómenos complejos.

Con respecto a la utilización de páginas de Web para la educación, concluir que es posible utilizar dicha tecnología y que arroja resultados positivos es un anacronismo. Este hecho está más que comprobado. El objetivo de este proyecto no es comprobar esta verdad innegable sino permitir al ITESM no quedarse a la zaga de esta tendencia que está invadiendo el mundo académico en casi todos los países del mundo donde está disponible esta tecnología [DWYER] [FOIRITO] [IBRAHIM] [MARTIN] [PERRON].

---

<sup>1</sup> En Enero de 1997 se terminó de implantar casi todo el temario del curso en HTML, hasta la sección de interpolación. Quedan pendientes las secciones de integración numérica y ecuaciones diferenciales. Además se trabaja han terminado 8 aplicaciones Java y se está trabajando en una novena. Se han desarrollado 15 exámenes de autoevaluación y 6 tutoriales (DOS, UNIX, Pascal y dos de uso de Excel).





## Bibliografía

- BALASUBRAMANIAN**, V., MA, Bang Min y YOO Joonhee "A Systematic Approach to Designing a WWW Application". En: Communications of the ACM. Agosto 1995 pp. 47-48.
- BERNERS-LEE**, Tim "Style Guide for online hypertext". En: Web: <http://.html>. 1995.
- BROWN**, J. R. y Cunningham, S. "Visualization in Higher Education". En Academic Computing. Marzo 1990.
- CAMPBELL**, HURLEY, JONES y STEPHENS. "Constructing Educational Courseware using NCSA Mosaic and the World Wide Web". En: Web: <http://www.igd.fhg.de/www/www95/proceedings/papers/52/www3.html>. 1995.
- CARVIN**, Andy "More than Just Hype: The World Wide Web as a Tool for Education". En: Web:
- COOPER**, Peter "Paradigm Shifts in Designed Instruction: From Behaviorism to Cognitivism to Constructivism". En: Educational Technology. Mayo 1993 pp. 12-18.
- CUNNINGHAM**, S. y Zimmerman, W. "Visualization in Teaching and Learning Mathematics". Sufragado por Mathematical Association of America. 1990.
- DWYER**, Dan, BARBIERI, Kathy y DOERR, Helen M. "Creating a Virtual Classroom for Interactive Education on the Web". En: Web: <http://www.igd.fhg.de/www/www95/proceedings/papers/62/ctc.virtual.class/ctc.virtual.class.html>. 1995.
- FIORITO**, Mariano, IOVANE, Dario y PANTANO Pietro. "An Educational Environment Using WWW". En: Web: <http://www.igd.fhg.de/www/www95/proceedings/papers/97/EduEnv.html>. 1995.
- FOLEY**, J. D. y Wallace V. L. "The Art of Natural Graphic Man-Machine Conversation". En Proceeding of the IEEE. Abril 1974.
- GARZOTTO**, Franca, MAINETTI, Luca y PAOLINI, Paolo "Hypermedia Design, Analysis, and Evaluation Issues". En: Communications of the ACM. Agosto 1995 pp. 74-86.
- HUNKA**, S. "Designing Guidelines for CAI Authoring Systems". En Educational Technology. Noviembre 1989.
- IBRAHIM**, Bertrand. "Pedagogical Value of the World Wide Web". En: Web: <http://cuiwww.unige.ch/eao/www/Delta94/paper.html>. 1994.
- JONASSEN** H., David. *Supporting Communities of Learners with Technology: A Vision for Integrating Technology with Learning in School*. Educational Technology, Julio/Agosto 1995, pp.60-63.
- KAHN**, Paul "Visual Cues for Local and Global Coherence in the WWW". En: Communications of the ACM. Agosto 1995 pp. 67-69..
- KEARSLEY**, G. y Halley, R. "Designing Interactive Software". Park Row Press. La Jolla, California. 1985.
- MADDUX**, Cleborne D. "The Internet: Educational Prospects-and Problems". En: Educational Technology. Septiembre 1994 pp. 37-42.
- MADHUMITA** y KUMAR "Twenty-one Guidelines for Effective Instructional Design". En: Educational Technology. Mayo-Junio 1995 pp. 58-61.
- MARTIN**, Timothy "The Development of Interactive World Wide Web Courseware for Students of Engineering and Technology at Deakin University". En: Web: <http://www.deakin.edu.au/science/>
- MITZEL**, H. E. "Computer Based Education". En Encyclopedia of Educational Research. Volumen 1. The Free Press, N. Y. 1979.
- PERRON**, Daniel "Learning on the WWW: A Case Study (Preliminary Version)". En: Web: <http://www.ncsa.uiuc.edu/SDG/IT94/Proceedings/Educ/perron/perron.html>. 1994.
- RAMÍREZ**, Raúl. NEWT, Una Herramienta de Programación Gráfica para la Enseñanza del Pensamiento Algorítmico. 1990.

- SCHAEFERMEYER, S.** "Standards for Instructional Computing Software Design and Development". En Educational Technology. Junio 1990.
- SHNEIDERMAN, B.** "Designing the User Interface". Addison-Wesley Company Publishing Inc. 1987.
- SMITH, P. E.** "Some Learning and Instructional Theory Considerations for the Development of Computer Related Instructional Materials". En Educational Technology. Noviembre 1989.
- SWEETERS, William** "Multimedia Electronic Tools for Learning". En: Educational Technology. Mayo- Junio 1994 pp. 47-52.
- TAYLOR, James** "Novex Analysis: A Cognitive Science Approach to Instructional Design". En: Educational Technology. Mayo-Junio 1994 pp. 5-12.
- TENNYSON, Robert D.** *A Proposed Cognitive Paradigm of Learning for Educational Technology*. Educational Technology. Junio 1990. pp. 16-19.
- TENNYSON, Robert D.** *Integrated Instructional Design Theory: Advancements from Cognitive Science and Instructional Technology*. Educational Technology. Julio 1990. pp. 9-15.
- VON DER EMBSE.** *Powerful ideas about Empowerment*. Manage, Nov/Dic 1989. pp. 25-28.