

# COGNICIÓN

Año 1  
N° 2  
Enero 2006  
ISSN  
En trámite

FLEAD | FUNDACIÓN LATINOAMERICANA  
PARA LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

REVISTA CIENTÍFICA DEL  
INSTITUTO LATINOAMERICANO DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA (I.L.I.E.)



Difusión científica

**Dra. Ana María Gonzalez**  
**Dr. Jorge S. Raisman**  
**(Argentina)**

Diseño de animaciones para la enseñanza de la Biología.

**Ing. Gloria Alzugaray**  
**(Argentina)**

La potencialidad didáctica de los materiales curriculares:  
categorías para evaluar la incorporación de software en la  
enseñanza de las ciencias experimentales.

**Dra. Susana Marchisio**  
**(Argentina)**

Experiencia con uso de simulaciones en la enseñanza de  
la física de los dispositivos electrónicos.

Entrevistas

**DESDE MIAMI**  
**Dr. Ramón Ferreiro**  
**Gravié**

Liaison for Latin American de la Nova Southeastern  
University de la Florida (USA), Presidente de la Red  
Latinoamericana Talento y de su Congreso Internacional  
Educación para el Talento

Investigación

**Lic. Enrique Vilchez**  
**Quesada (Costa Rica)**

Impacto de las Nuevas Tecnologías de la Información y la  
Comunicación para la Enseñanza de la Matemática en la  
Educación Superior.

Eventos

**Congreso**  
**NOVA EDUC@ 2006**

Más allá del salón de clase: los nuevos ambientes de  
aprendizaje.

## STAFF

### ***-Director-***

Mgter. En EAAD Lic. José Luis Córlica  
[jlicorica@cognicion.net](mailto:jlicorica@cognicion.net)

### ***-Comité de Referato-***

Dr. Pablo Arena (Argentina)

Mgter. Ing. María de Lourdes Hernández Aguilar (México)

Mgter. Lic. Magdalena Cruz (República Dominicana)

Mgter. Lic. Charalampos Dimou (Grecia)

Mgter. Lic. María Chiok Guerra (Perú)

Mgter. Magdalena Cruz (República Dominicana)

### ***-Operación Digital-***

Mauricio Fernández Nuin  
[editorial@cognición.net](mailto:editorial@cognición.net)

### ***-Arte de Tapa-***

E.F.E.X.  
[www.estudioefex.com.ar](http://www.estudioefex.com.ar)

*Estimados amigos:*

Una vez más nos encontramos en la construcción del camino del conocimiento. Agradecemos a todos los lectores y receptores de nuestra primera publicación, quienes nos alientan y colaboran activamente con nuestro trabajo. Dedicamos a todos ellos este segundo esfuerzo.

El presente número, tiene como eje principal la práctica docente. Se han seleccionado para nuestra edición, diversos artículos referentes a aplicaciones específicas de técnicas de educación a distancia y herramientas basadas en nuevas tecnología, aplicadas a la enseñanza de materias de tipo técnico.

Desde Argentina, la Dra. Ana María Gonzalez y el Prof. Jorge Raisman entregan una práctica propuesta acerca del *diseño de animaciones para la enseñanza de la Biología*. Susana Marchisio y sus colaboradores describen y fundamentan las bases que orientaron el diseño de una simulación elaborada para facilitar el aprendizaje de determinados contenidos de Física Cuántica en el contexto de la formación básica en carreras de Ingeniería. Gloria Azugaray y su equipo nos enseña comenta la potencialidad didáctica de los materiales curriculares y la categorías a incorporar para evaluar la incorporación de software en la enseñanza de las ciencias experimentales.

En la sección de investigación, desde Costa Rica, el Lic. Enrique Vílchez Quesada nos cultiva en cuanto al impacto de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación para la enseñanza de la matemática en la educación superior.

Contamos también en nuestra sección entrevistas, con una interesante charla con el Dr. Ramón Ferreiro Gravier (Estados Unidos), quien nos entrega entre otros conceptos, su visión en cuanto a alguna problemáticas de la EAD en América Latina.

Aprovechamos la ocasión en nuestra sección de ventos, para extender la invitación a Nova Educ@ 2006, a realizarse en la Escuela Fischler en North Miami Beach, del 10 al 12 de abril del 2006. Dicho congreso ofrece un espacio de reflexión del más alto nivel, para la presentación de experiencias, resultados de proyectos de acción y/o trabajos de investigación.

Les agradecemos una vez más tanto a los autores como a todos los lectores, por sus críticas constructivas, su constante apoyo y sus desinteresadas colaboraciones para con el quehacer científico que nuestra publicación lleva adelante.

Un saludo cordial



*Lic. José Luis Córlica  
Mgter. en Educación a Distancia  
Director revista COGNICIÓN*

[jlc@cognicion.net](mailto:jlc@cognicion.net)

*Fundación Latinoamericana para la Educación a Distancia*

[www.flead.org](http://www.flead.org)

**ENTREVISTA AL DR. RAMÓN FERREIRO GRAVIER** (*Liaison for Latin American de la Nova Southeastern University de la Florida (USA) y Presidente de la Red Latinoamericana Talento y de su Congreso Internacional Educación para el Talento que reúne cada dos años investigadores y expertos en el tema del desarrollo de las potencialidades de los niños, adolescentes y jóvenes*).

**Mgter. Lic, José Luis Córca**

**1. Entendemos que la organización de un evento internacional de relevancia requiere un esfuerzo notable por parte de las instituciones. ¿Qué razones impulsaron a la Fischler School of Education and Human Services a organizar Nova Educ@2006?**

La Nova Southeastern University es pionera en los Estados Unidos en Educación a Distancia y la única universidad que ofrece cursos, maestrías y doctorados en educación en la especialidad de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) en América Latina en idioma español, con igual rigor y exigencia académica que los que ofrece en su propio territorios y todo ello avalado por SACS, asociación acreditadora para los estados del sur de los Estados Unidos.

Durante algo más de 10 años, nuestra Escuela Fischler de Educación viene formando maestros y doctores y por primera vez se organiza un evento en nuestro idioma para intercambiar entre los egresados y también con todos aquellos interesados en la materia.

**2. Existen numerosas propuestas en estas líneas de trabajo. ¿Qué hace especial a Nova Educ@2006? ¿Cuáles son los objetivos específicos del evento?**

Lo específico está primero en el lugar donde se realiza: Estados Unidos, en una Universidad reconocida por sus procesos de innovación educativa empleando las tecnologías de la información y de las comunicaciones. Segundo por hacerlo en idioma español en una universidad norteamericana, lo que acerca la realidad tecnológica de un país como Estados Unidos a los latinoamericanos interesados en conocerla. Y tercero por las temáticas seleccionadas dentro de la amplia gama de tópicos referentes al empleo de las TICs a los procesos de aprendizaje, con un marcado énfasis en el aspecto pedagógico y didáctico del empleo de las TICs.

**3. Existen varias categorías de participación en el evento. ¿Podría describirnos cuáles son y qué tipo de trabajos deberían canalizarse en cada una?**

La asistencia puede ser de dos tipos: una como participante, la otra como ponente de su trabajo en una comisión de trabajo. Las comisiones de trabajo serán conformadas siguiendo como criterios los ejes temáticos del congreso y por supuesto los trabajos que recibamos. De encontrar la presencia de una temática específica no contemplada inicialmente, pero que guarda relación, la incluiremos por supuesto en el programa.

**4. Existe una proporción importante de los docentes e investigadores latinoamericanos que no tienen acceso a los congresos presenciales, dada la dificultad de costear matrícula, pasajes y alojamiento. ¿Tiene el evento posibilidades de participación virtual o un sistema de becas? ¿Pueden consultarse luego las producciones intelectuales en Internet?**

Lo primero no por esta ocasión al menos. No obstante está el acuerdo de la Comisión Organizadora de "subir" en línea todo el material del congreso para su divulgación. En cuanto al costo es comparativamente económico: 300 dólares la inscripción que incluye la asistencia y los materiales del congreso así como el coffee break y el almuerzo. El alojamiento puede hacerse en hoteles cercanos a nuestro campus en North Miami Beach con precios especiales para nuestra universidad y que garantizan traslado hotel-sede del congreso en autobuses completamente gratis.

**5. ¿Dónde puede obtenerse los informes?**

La información puede obtenerse en el portal de la Escuela Fischler de Educación, que dicho de paso es la escuela de su tipo más grande de los Estados Unidos, [www.schoolofed.nova.edu](http://www.schoolofed.nova.edu), haciendo clic en Nova Educ@ 2006.

**6. Sabemos que los programas en línea están fuertemente consolidados en USA. Sin embargo, aparentemente los programas formativos en español no tienen el mismo grado de penetración que los programas en inglés. ¿Cuál es su visión respecto de fortalezas y debilidades de los programas en línea en español en los Estados Unidos de Norteamérica?**

Precisamente esta es una de las razones que justifica nuestro congreso Nova Educ@ 2006. La necesidad de cooperar con las instituciones latinoamericanas y que ellas colaboren con nosotros en el desarrollo de un Know how que no tan solo permita informar mediante las TICs sino lo que es más importante: FORMAR

**7. En su rol de experto ¿Cómo ve usted a la educación latinoamericana en línea en el horizonte de diez años plazo?**

Será, sin duda alguna, de rigor académico y formativo sobre todo en lo que se refiere al tercer y cuarto nivel de educación, pero para ello debemos trabajar de modo arduo lo que incluye la reflexión grupal y los consensos académicos. Para lo cual es necesario el encuentro de ideas, la exploración y realización de proyectos de trabajo e investigación conjunta, entre otras tareas.

**8. Frecuentemente se señala como problema principal en la incorporación de tecnologías a la enseñanza, la resistencia al cambio por parte de los docentes. ¿Existe en Estados Unidos esa resistencia al cambio? ¿Qué herramientas aconseja desde su perspectiva para vencer esa resistencia?**

Por supuesto que existe resistencia, ¡y mucha en algunos sectores! Al respecto hemos trabajado en una estrategia de incorporación de las TICs a las instituciones educativas que hemos incluso trabajado y validado en México con muy buenos resultados y que queremos divulgar en Nova Educ@ 2006. Es un conjunto de actividades y acciones que hacen posible la introducción con éxito de las TICs a las escuelas y universidades.

**9. Su país ha recorrido ya un largo camino en lo que a virtualización de propuestas formativas respecta. ¿Cuáles son a su criterio las claves para el desarrollo de la educación virtualizada en Latinoamérica?**

Las claves pueden ser varias y están puestas en evidencia en una investigación que acabamos de cerrar llamada "Encuesta Latinoamericana sobre las mejores prácticas de la educación a distancia" que arrojó resultados similares a la de la misma encuesta en los Estados Unidos. En resumen se requiere de un modelo educativo explícito y de una fundamentación científica pedagógica, entre otros aspectos de suma importancia.

**10. Mucho se postulan las bondades de la integración de programas e iniciativas entre los distintos países. ¿Cree que existen potencialidades de integración entre las instituciones de USA que ofrecen programas en español y las instituciones educativas latinoamericanas?**

¡Claro que sí! Vivimos en un momento de alianzas. En donde cada parte de la misma enseña, pero también aprende y a su vez el que aprende, enseña. Es la relación ganar-ganar. Considero que en esto de la educación a distancia como en otros muchos aspectos vivimos un cambio de época en que todos estamos haciendo el camino y por tanto la cooperación es un elemento básico para continuar y crecer.

## **Nuestro entrevistado**

**El Dr. Ramón Ferreiro Gravier** es el autor principal, coordinador y profesor del programa La Nova CI@se transmitido actualmente por el canal CI@se ( Direct TV) a los países de Latinoamérica.

Es y ha sido miembro de diferentes asociaciones como la Fundación Educar para la Vida, miembro fundador de la Asociación Internacional de la Familia, ASI, Global Creativity, así como de la American Educational Research Association (AERA), del World Council for Gifted and Talented Children (WCGTC), de la Asociación Internacional de Creatividad, ASOCREA, con sede en España y de la Association for Supervision and Curriculum Development ASCD, y Miembro de Honor de Fundacredesa de la República de Venezuela.

Actualmente es Liaison for Latin American de la Nova Southeastern University ([www.nova.edu](http://www.nova.edu)) de la Florida (USA) y Presidente de la Red Latinoamericana Talento ([www.redtalento.com](http://www.redtalento.com)) y de su Congreso Internacional Educación para el Talento que reúne cada dos años investigadores y expertos en el tema del desarrollo de las potencialidades de los niños, adolescentes y jóvenes.

## DIFUSIÓN

### ***Diseño de animaciones para la enseñanza de la Biología*** **Dra. Ana Maria Gonzalez / Dr. Jorge S. Raiman**

En el año 1999 organizamos y publicamos un sitio web denominado **Hipertextos del Área de la Biología**, con el objetivo de poner a disposición de los alumnos contenidos de nuestras materias y las novedades de este campo del conocimiento en nuestro idioma.

Este sitio web provee al alumno de material preparado para su estudio, incluyendo textos completos y actualizados, organizados en grandes unidades temáticas, junto con imágenes, gráficos y fotos de microscopía necesarias para entender el tema en estudio. Además se le ofrece acceso a autoevaluaciones, enlaces relacionados, y glosario integrado de términos.

Este sitio se encuentra dentro de la red de la Universidad Nacional del Nordeste en la URL: <http://fai.unne.edu.ar/biologia>, pero detenta además servidor y dominio propio: [www.biologia.edu.ar](http://www.biologia.edu.ar), ya que el Ministerio de Educación de la Nación y la UNNE nos ayudaron en la adquisición de un servidor.

Los contenidos son actualizados a partir de información generada desde investigaciones propias o desde las últimas publicaciones e innovaciones científicas y tecnológicas provistas por la bibliografía especializada. Estas actualizaciones, puestas en el contexto adecuado, son más fáciles de comprender para el alumno. No es lo mismo decir, "*investigadores secuenciaron el cromosoma Y humano...*", que encontrar esta noticia traducida desde el artículo original y explicada dentro del contexto del tema **Genoma Humano**, que presenta textos, imágenes, enlaces a temas anteriores donde se invita a repasar conceptos previos como cromosomas, o vínculos a otros temas como enfermedades de índole genética en el ser humano. De esta manera se aprovecha la capacidad que tiene la red de permitirnos vincular temas relacionados en un contexto común, para ofrecer al alumno lo que hemos denominado "**navegación orientada**". También se tuvo en cuenta que las páginas web puedan imprimirse directamente, sabiendo que muchos estudiantes prefieren estudiar desde material impreso.

Una vez implementadas dentro del sitio las páginas con los contenidos básicos y desarrolladas áreas específicas como Botánica Morfológica (estructura externa e interna de los vegetales) y Microbiología (estudio de los microorganismos), se pudo apreciar que era necesario dar otro enfoque a ciertos procesos difíciles de entender por los alumnos; por citar un ejemplo: el desarrollo de los ciclos de vida (ya sea de plantas, bacterias o virus). Nos planteamos entonces el uso de animaciones como otra herramienta para explicar estos temas, integrando textos con imágenes en un entorno amigable. A fin de incorporar esta nueva tecnología se realizó una estadía en la Univ. de Extremadura (España) con el Dr. Tomo

Molina para aprovechar la experiencia del mismo en este tema, la cual fue financiada por la Secr. Gral. de Ciencia y Tecnología de la Nación<sup>1</sup> y la UNNE.

**Fundamentos y estructura de las animaciones:** Tradicionalmente, a la hora de enseñar un ciclo biológico, los libros (y los docentes) usamos un texto explicativo extenso (muy profuso en términos técnicos) el cual intercalamos con una serie de imágenes que muestran la sucesión de cambios que ocurren; por ejemplo, explicar la formación de gametas sexuales requiere una o varias imágenes complejas con numerosas referencias. La característica esencial de las animaciones es que permiten mostrar los cambios temporales directamente mientras suceden y en una línea de tiempo. En su diseño se integran tres componentes básicos:

**Transformaciones:** son cambios de forma, tamaño, color y textura de las imágenes.

**Traslaciones:** implican movimientos celulares o interacciones moleculares, cambios de posición, perspectivas o niveles de zoom, por ej. simular el cambio de aumentos que un investigador realiza al mirar una célula con el microscopio.

**Transiciones:** es la capacidad de simular la aparición o desaparición de ciertos detalles de las imágenes.

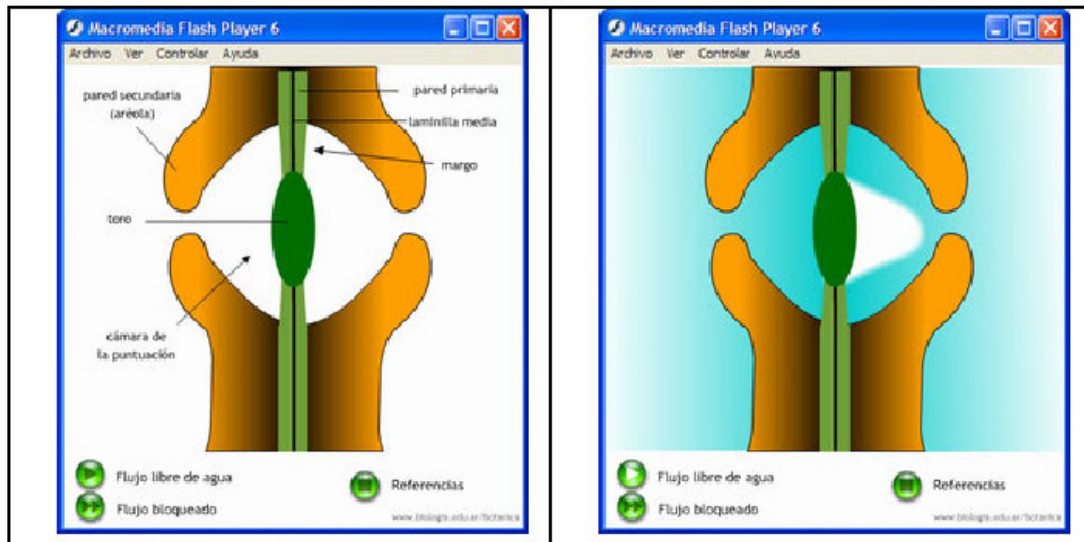
Integrar estos componentes en una animación con fines educativos no es solo una cuestión de diseño gráfico y estético, hay que respetar el rigor científico a la hora de dibujar las imágenes claves y realizar las interpolaciones (secuencias que el software de animaciones realiza entre dos figuras distintas para simular un movimiento). El programa utilizado es Flash MX de Macromedia®, el que se hizo popular en el diseño de sitios web con efectos visuales, juegos o entretenimientos. En el sitio Hipertextos del Área de la Biología tenemos animaciones que se encuentran incorporadas en distintas páginas y hemos creado un área específica donde se agrupan la mayoría de ellas: [www.biologia.edu.ar/animaciones](http://www.biologia.edu.ar/animaciones).

Existen animaciones de diferentes niveles de complejidad:

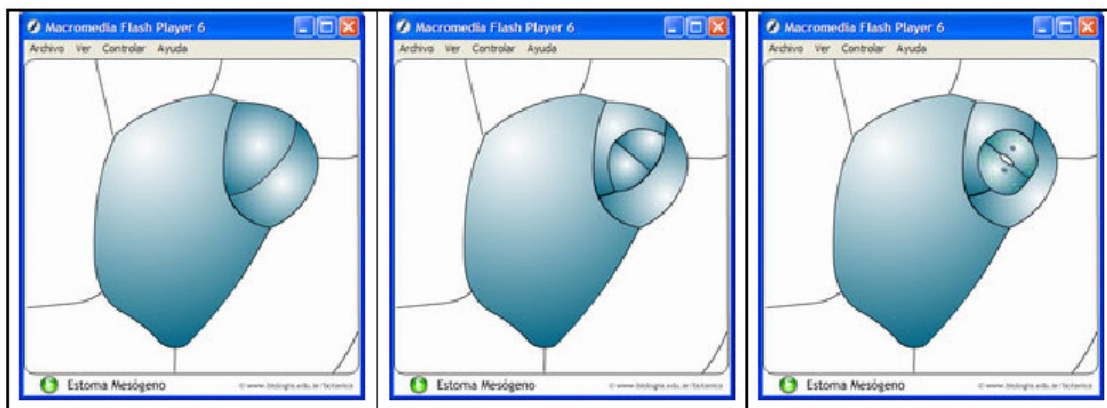
---

<sup>1</sup> Programa de Promoción de la calidad en el Educación Superior, Capacitación Docente para el fortalecimiento de las Disciplinas Núcleo en las Universidades Nacionales.

1. Animaciones básicas, ejemplo: mecanismo de pasaje del agua por una puntuación areolada en células vegetales. Aquí el usuario puede ver el movimiento del agua liberando o bloqueando él mismo la comunicación celular (mediante los controles de la película) o puede leer las referencias.



2. Animaciones diseñadas para mostrar procesos denominados ontogénicos (de formación de células o tejidos). Pueden ser animaciones sencillas p.ej. formación de los estomas (aberturas en las hojas de las plantas por donde entra en CO<sub>2</sub> y sale el oxígeno).



Otras implican un desarrollo más extenso. p. ej. La mitosis o meiosis, que son desarrollos que involucran varias etapas sucesivas.

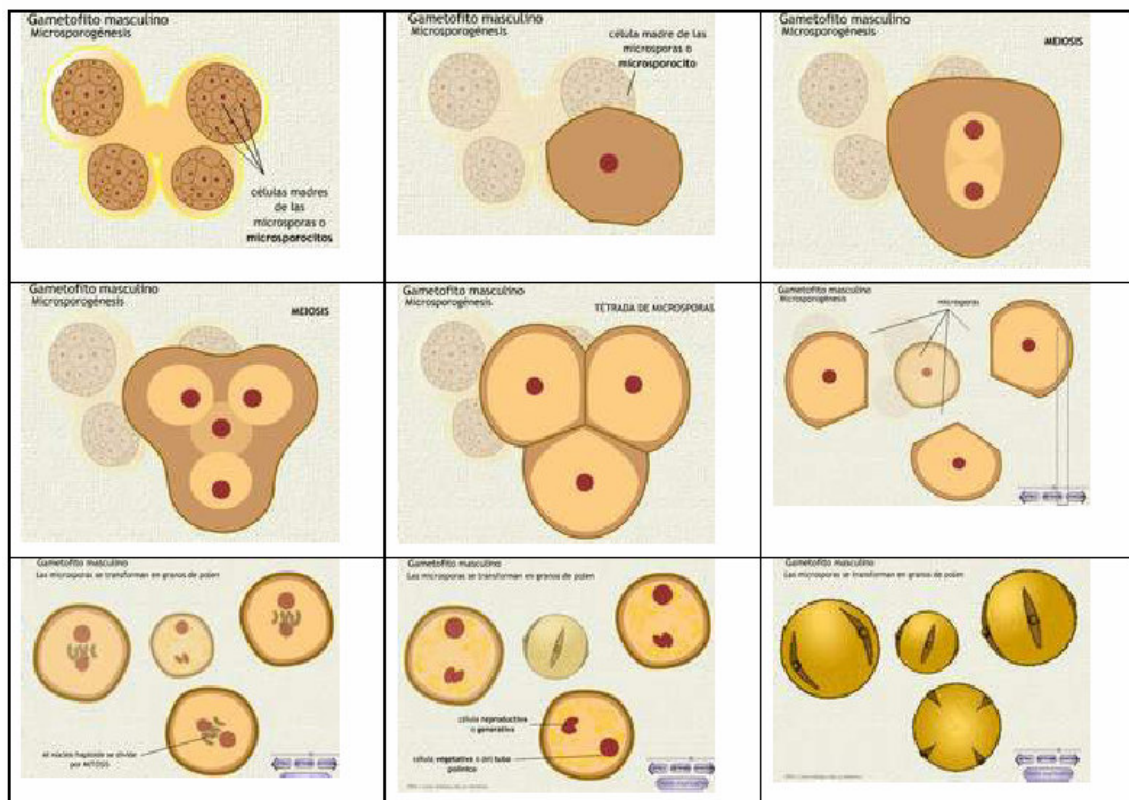
3. Presentaciones gráficas para explicar componentes parciales de una estructura mayor y compleja. El alumno utiliza el cursor para “descubrir” las organelas celulares y acceder así a la descripción de las mismas por citar un ej. de su uso.



4. Producciones multimediales elaboradas: La teoría del aprendizaje multimedia nos dio la base para el diseño de otras animaciones más complejas. Está demostrado que al aprender procesamos las imágenes y las palabras (o textos impresos) por “canales” diferentes, si el alumno logra seleccionar imágenes y palabras relevantes, organizarlas en una representación mental e integrarlas con sus conocimientos previos logrará el denominado “aprendizaje significativo”.

Llevar estas teorías a la práctica significó diseñar animaciones en las que los alumnos tuvieran en pantalla imágenes donde se respeta la estructura de los órganos y tejidos en estudio, pero destacando solamente aquellos detalles en los cuales se desea que el alumno centre su atención visual. Por ej. al mostrar como se divide la célula madre para dar las cuatro gametas masculinas en el proceso de reproducción sexual del paraíso (*Melia azedarach* L.) solo se detallaron con células las estructuras mencionadas, el resto de la antera, donde se lleva a cabo esta división, se grafica de manera simplificada.

**Fig. 1:** secuencias de imágenes que componen la animación del desarrollo de los granos de polen en el árbol de Paraíso.



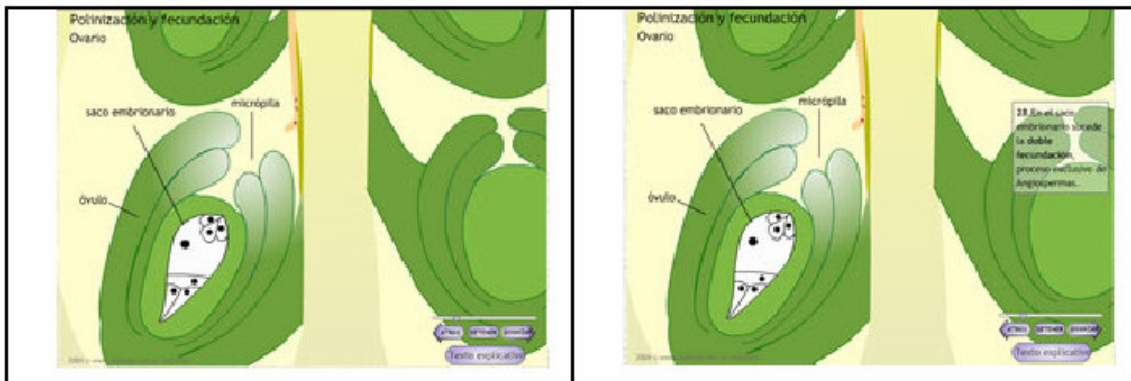
Otra característica a la hora de elaborar este tipo de animaciones es la integración con el texto explicativo. Dado que la mente solo procesa una cantidad limitada de información en un tiempo dado, tratamos de evitar la superposición excesiva de textos con las imágenes animadas.

Surge entonces el problema de cómo explicar, con esta técnica, el complejo proceso que se está animando. Para ello recurrimos a dos estrategias:

colocar sobre las animaciones sólo la mínima cantidad de textos requerida para guiar al alumno (Fig. 1)

diseñar una botonera de "texto explicativo" sensible al contexto e interactiva con el usuario. Esto quiere decir que el alumno puede acceder a la explicación de lo que ocurre, en determinado momento, pasando el cursor sobre el botón, la película se detiene y se despliega el texto en pantalla con la explicación correspondiente, lateralmente a las imágenes y sin obstruirlas. Ejemplo de este diseño donde se integran los conceptos señalados se encuentra en las animaciones realizadas de los ciclos de vida de plantas de interés agronómico.

**Fig. 2:** imágenes del óvulo del paraíso sin y con textos explicativos.



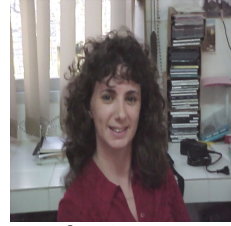
### **Conclusiones:**

Las animaciones implementadas en el sitio Hipertextos del Área de la Biología fueron evaluadas por nuestros docentes por medio de “test de usuarios” en diversas situaciones y con distintos niveles de alumnos. Los resultados preliminares indican amplia aceptación por los alumnos, apreciación confirmada por las comunicaciones personales de docentes y estudiantes de otras universidades. Nuestra conclusión es que el mensaje multimedia es un recurso válido para la enseñanza.

El resultado de este trabajo está disponible para alumnos de nuestras carreras y, estando en la red, también es accesible al vasto universo de usuarios de la misma. Esto ha generado relaciones con docentes de otras universidades a través de la red, por ejemplo, los docentes de la Univ. de Brasilia han colaborado con la traducción de los ciclos de vida de plantas al idioma portugués y por solidaridad de docentes de la Facultad de Agronomía de la Universidad de La Habana (Cuba), el sitio completo se ha colocado en su intranet (red interna de www) para que esté fácilmente disponible a sus estudiantes.

Este desarrollo cuenta con el apoyo de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste a través de proyectos de investigación, y cuenta con la colaboración de investigadores, docentes y becarios de diversas materias y carreras de nuestra Universidad.

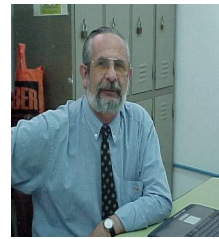
## Los autores



**Dra. Ana María Gonzalez**

[ana@unne.edu.ar](mailto:ana@unne.edu.ar)

La Dra. Ana María Gonzalez posee el título de Ingeniera Agrónoma por la Universidad Nacional del Nordeste y es Doctora en Ciencias Biológicas (U.Nac. Córdoba). Actualmente es Profesora Titular de Biología General y Celular y se desempeña laboralmente en la Facultad de Agroindustrias (S.Peña, Chaco), Facultad de Ciencias Agrarias (Corrientes) y Universidad Nacional del Nordeste



**Dr. Jorge Saul Raisman**

[jto@unne.edu.ar](mailto:jto@unne.edu.ar)

El Dr. Jorge Saul Raisman es Doctor en Bioquímica y Profesor Titular de Microbiología Industrial y se desempeña laboralmente en la Facultad de Agroindustrias (S.Peña, Chaco) y en Universidad Nacional del Nordeste

# **EXPERIENCIA CON USO DE SIMULACIONES EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA DE LOS DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS**

*Mgter-Susana Marchisio – Ing. Miguel Plano – Ing. Jorge Ronco – Ing. Oscar Von Pamel*

**Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura – Univ. Nacional de Rosario.**

## **INTRODUCCIÓN**

El problema de la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Experimentales, y en particular de la Física en la actualidad no puede desprenderse del empleo de las actuales nuevas tecnologías (NTIC's). Haciendo uso de la selección crítica de los distintos elementos de la cultura, el educador ha de encarar su acción debiendo generar respuestas que interpreten adecuadamente los requerimientos de nuestra sociedad y su evolución, orientando, desde su disciplina, pero en colaboración, la estructura, metodologías y contenidos de las actividades de aprendizaje hacia el desarrollo de valores, habilidades y conocimientos significativos en una sociedad tecnológica. Del mismo modo, se han de desarrollar estrategias educativas acordes (Von Pamel et al., 1999), sin olvidar que las NTICs son recursos de nuestra cultura, instrumentos de mediación (Vigotsky, 1989), herramientas cognitivas que pueden colaborar con el docente, integrando las mismas, con enfoques adecuados, a la realización de experiencias de laboratorio, a la resolución de problemas, entre otros.

El uso de estos recursos informáticos debe superar la idea que con ellos se enseña lo mismo que antes, pero de una manera más eficiente. Para aprovechar la enorme potencialidad de estas tecnologías es necesario realizar un profundo reencuadre pedagógico de las actividades de enseñanza, lo cual abarca objetivos generales, contenidos específicos y metodologías (Kofman, H.; 2003). El educador debe conocer la tecnología para poder abstraer de ella la esencia de su potencial, para realizar un análisis crítico de lo que el recurso posibilita y/o inhibe en términos de aprendizajes a los fines de una verdadera "acción educativa"; la que ha de incorporar como elementos de reflexión docente, contenidos, estrategias, tareas, la potencialidad de los recursos, las estructuras de conocimiento, el propio contexto social, áulico e institucional (Marchisio, 2003).

Para ello es menester que se interpreten y comprendan no sólo los "códigos y lenguajes" de las áreas de conocimiento a enseñar sino también de los recursos, a los fines de crear nuevos escenarios promotores de aprendizaje, que se sumen a los tradicionales, seleccionar información, administrar, procesar, simular, modelizar, calcular, acercar a las fuentes de información poniendo siempre en

marcha procesos activos de construcción de saberes (Marchisio, 2003) y permitiendo tanto la comunidad de prácticas significativas reales como simuladas.

Estos aspectos son investigados por los autores de este trabajo en el ámbito de la Universidad Nacional de Rosario. Asentado sobre la búsqueda de las múltiples condiciones para el establecimiento de una verdadera interactividad educativa, los autores reconocen a la educación como una actividad planificada e intencional que se lleva a cabo en situaciones de interactividad como un proceso conjunto, compartido, que tiende a promover progresivamente la autonomía en la resolución de las tareas, en la aplicación de conceptos, en la puesta en práctica de actitudes reflexivas y proactivas y que favorece una elaboración procesual de la evaluación, integrada en el desarrollo del currículum. Al respecto, es claro que esta última, ha de permitir la monitorización de los procesos significativos directamente implicados en el aprendizaje de los contenidos curriculares específicos.

Con este sustento, los autores han centrado la investigación sobre las estrategias didácticas. Las mismas incluyen la elaboración, ensayo y validación de sistemas multimedia hipertextuales y la integración de recursos informáticos para la recreación virtual de ambientes educativos. En relación con ello, en este trabajo se describen y fundamentan las bases que orientaron el diseño de una simulación elaborada por los autores para facilitar el aprendizaje de determinados contenidos de Física Cuántica, en el contexto de la formación básica en carreras de Ingeniería. Realizada en lenguaje Visual Basic, se ha buscado que la misma, a partir de la generación de pequeños programas ejecutables que habilitan su incorporación a documentos de hipertexto, sea integrable en sistemas multimedia en soporte CD, siendo posible su incorporación como parte del material de estudio en el contexto de dictados a distancia.

## **EL CONTEXTO CURRICULAR DE DESARROLLO**

El desarrollo del programa de simulación en cuestión y el sistema multimedia en el que hoy se integra se realizó en el marco de la asignatura Física IV de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura.

Ubicada en el segundo año segundo semestre de la carrera de Ingeniería Electrónica, dicha asignatura tiene a su cargo el tratamiento de los contenidos específicos de la Física de los materiales y de los dispositivos electrónicos. La formación previa de los alumnos en el área de las Ciencias Experimentales incluye los cursos básicos de Mecánica, Óptica, Termodinámica, Ondas, Electromagnetismo y Química General dentro del contexto de paradigmas clásicos. Por otra parte, la asignatura tiene la responsabilidad de introducir los primeros contenidos de Electrónica en el ámbito de la carrera.

El tema Mecánica Cuántica constituye en esta asignatura, la primera unidad didáctica sobre un total de seis. Dadas las condiciones de formación previa de los alumnos y los objetivos de aprendizaje, su dictado se inicia con el planteo de la

necesidad de transición del paradigma clásico al cuántico. Al respecto, el estudio de las llamadas experiencias cruciales y la discusión de los distintos modelos atómicos se realizan desde una perspectiva que tiene en cuenta su aplicación en la estructuración de un modelo de átomo que resulte explicativo y adecuado para el estudio de la formación de moléculas y la física del microsólido. Junto a elementos de Física Estadística, se aborda el análisis de distintas interacciones y procesos microscópicos involucrados en el estudio de la materia considerando sus distintos estados de agregación. Con un enfoque científico y abierto en cada caso a la aplicación, se trabaja luego con hipotéticos sistemas a nivel de estructuras materiales teóricas cada vez más complejas, en condiciones de equilibrio y fuera de él. Para determinadas consideraciones de diseño, las mismas se transforman en productos tecnológicos concretos (Marchisio, S y Von Pamel, O.,1996). La asignatura cubre un amplio abanico de contenidos que van desde la comprensión de la noción de modelo y la discusión de las ideas que generaron a principios del Siglo XX la transición a la Física contemporánea, hasta el conocimiento de los dispositivos actuales del mundo electrónico, tanto desde una perspectiva científica como tecnológica.

En particular, cabe destacar que el estudio de la Mecánica Cuántica presenta características distintas a las que se enmarcan dentro de la Física Clásica (Johnston et. al, 1998; Fischler et. al, 1992). Específicamente pueden destacarse como aspectos relevantes que la diferencian, la necesidad de un cambio sustancial de paradigma y que su objeto de estudio no es accesible a nuestros sentidos en forma directa. Más allá de requerir una comprensión cabal de la dinámica del quehacer científico en la búsqueda del conocimiento, esto enfrenta claramente al alumno con la necesidad de trasponer obstáculos en lo cognitivo para llegar a una adecuada resignificación de los conceptos, involucrando en ello un cambio de perspectiva en los modos de pensar, analizar y explicar los fenómenos con una alta demanda de la abstracción y de tiempos de aprendizaje (Marchisio et.al.,1995; Von Pamel et. al., 1999).

Por otra parte, una investigación anterior (Von Pamel, O. y Marchisio, S., 2000) dejó claramente en evidencia que, en el marco de la Física Cuántica, los alumnos perciben a la Ecuación de Onda de Schroedinger, en sus aspectos conceptual y operatorio, - éste último relacionado con la determinación de estados cuánticos -, como el contenido más difícil de la Unidad. Los alumnos destacaron el carácter abstracto, no intuitivo, de la formulación y en relación con su tratamiento curricular en la asignatura Física IV, declararon por entonces, apreciar una escasa conexión de la misma con contenidos correspondientes a unidades didácticas posteriores.

Al respecto, la organización de los contenidos curriculares y su secuenciación didáctica (Marchisio,S., Von Pamel, O.,1996, 2000) se fundamenta en lo cognitivo desde una concepción que prioriza el establecimiento de relaciones ordenadas y jerarquizadas de los conceptos involucrados (Ausubel, D.,1989; Novak,J.D. y Gowin,D.B., 1984). Sobre esta base, se sustenta el diseño de los materiales de estudio escritos desarrollados por la cátedra. Los mismos se integran a actividades de aprendizaje, pensadas como problemas abiertos en modalidad de

pequeñas investigaciones o proyectos, a resolver en forma individual o colaborativa en el aula o fuera de ella (Von Pamel y Marchisio, 1999). Resulta importante destacar que al momento de realizar la investigación mencionada en el párrafo anterior (Von Pamel, O. y Marchisio, S., 2000), el uso de esos materiales escritos se integraba al de otros recursos, tales como: prácticas de laboratorio, página Web <http://www.fceia.unr.edu.ar/fisica4/>, con posibilidad de descarga de simulaciones, - por entonces, no desarrolladas en la cátedra -, navegación por sitios Web, uso de lista y correo electrónico; todo ello junto a un trabajo docente cada vez más alejado del que podría definirse como típicamente de un “poseedor del saber”.

A partir de ello, y en el marco de proyectos de investigación (Marchisio et. al, 2001; Marchisio et. al, 2004), los autores han trabajado en el diseño, realización, evaluación y empleo didáctico de recursos informáticos y materiales multimedia, que sean ajustados a las características de la asignatura, de los alumnos, del grupo docente y los objetivos de enseñanza. En ello se concibe a la acción didáctica como generadora de situaciones en un “ambiente de aprendizajes” que permite tanto la comunidad de prácticas reales como simuladas (Marchisio et. al, 2001). A juicio de los autores, el mismo adquiere sentido en tanto se asiente sobre la búsqueda de las múltiples condiciones que lleven al establecimiento de una verdadera interactividad educativa (Coll, C., 1995), favorecedora de los procesos que lleven a promover en los alumnos, aprendizajes con un alto grado de significatividad y funcionalidad.

Desde esta perspectiva, la tarea realizada en relación con los recursos informáticos desarrollados, entre los que se incluye la simulación que se describe en este trabajo, ha involucrado, decisiones curriculares relativas a: contenidos, disponibilidad / posibilidades de acceso de los alumnos a las TIC's fuera de la institución, disponibilidad de equipos y de tiempos de uso en los laboratorios de la Facultad, formas de administración de los medios, diseño de nuevas actividades de aprendizaje y de estrategias de evaluación, adecuación de los materiales de estudio existentes y tiempos.

## **LA SIMULACIÓN COMO RECURSO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

A partir de un análisis sobre las características distintivas de los recursos informáticos, y atendiendo a dimensiones de análisis tales como la posibilidad de intervención del docente, el margen para la iniciativa del usuario y la función educativa, Alonso y Gallego (1999) ubican a los típicos programas de simulación como cerrados, exploratorios y orientados a un objetivo didáctico específico. Asimismo, coinciden con otros autores (Castelló, A., 1995; Martínez Sánchez, F., 1997) en que las simulaciones posibilitan incrementar en gran medida el rango de situaciones con las que los estudiantes pueden realizar experiencias en el contexto de las ciencias naturales habilitándolos para otros modos de acceso a la experimentación. Esto resulta muy valioso, en particular cuando se dan situaciones de imposibilidad de acceso real por razones de infraestructura de laboratorios, limitaciones de orden físico o seguridad.

Experiencias previas realizadas en la Cátedra con el uso de simuladores (Von Pamel y Marchisio, 1996) permiten asimismo afirmar que su empleo, en un contexto de descubrimiento, resulta adecuado para favorecer la comprensión de fenómenos que, ocurriendo a escala microscópica, se manifiestan habitualmente en distintos comportamientos observables de los dispositivos electrónicos. Asimismo, otra gran ventaja que ofrecen algunos programas de simulación, por su potencialidad gráfica y de exploración a través de la posibilidad de controlar, manipular y controlar parámetros, es facilitar, a través del pasaje de un medio de representación visual a otro de formalización matemática, el establecimiento de conexiones en el contexto teórico.

Puesto que es sabido que en una simulación, el programa informático lleva implícito el desarrollo de un modelo de un proceso, procedimiento o dispositivo, la crítica tal vez más importante a este modo de exploración de relaciones funcionales y/o experimentación es que el alumno emplea modelos construidos y restringidos por el propio programador, muchos de ellos, provenientes de la industria y que no han sido creados con fines didácticos. En muchas de las aplicaciones ensayadas por los autores en una investigación anterior (Von Pamel y Marchisio, 1996), se ha corroborado que, en algunos casos, estos se constituyen en grandes simplificaciones de la realidad, por lo que, usados acríticamente, no favorecen el desarrollo de aptitudes para la identificación de problemas; no es el estudiante quien reconoce los datos relevantes en la situación presentada ni el que modeliza, sino el programador. En estos casos, es preferible a juicio de los autores, emplear otras estrategias de aprendizaje o ver la posibilidad de integración del recurso como elemento motivador para la discusión y contrastación de hipótesis, considerando las introducidas en el computador a los efectos de la simulación y su prueba, al menos indirectamente, en un trabajo experimental. Por su parte, luego de realizar una serie de estudios empíricos con el objeto de evaluar distintos programas de simulación en temas del área de Física Clásica, en diferentes condiciones de apoyo docente, De Jon y Van Joolingen (1998) afirman que haciendo uso de ellos se produce una mejora en el aprendizaje si éste es medido mediante tests de conocimiento intuitivo o medidas cualitativas. En este contexto, los mismos autores asumen que las simulaciones favorecen la adquisición de conocimiento con un carácter cualitativo o intuitivo. Teniendo en cuenta los aspectos analizados, y a los fines del diseño de programas de simulación en el área de enseñanza de la Física Moderna, se considera relevante al análisis:

La especificidad de cada módulo de contenido en lo que respecta al carácter de las dificultades para su apropiación en un proceso de enseñanza – aprendizaje,

Las características que asume el modelo que subyace en la programación, de manera que su uso en un contexto didáctico, no aiente el aumento de conexiones tendientes a reforzar significados de un conocimiento preexistente alejado de una estructuración aceptada científicamente. Al respecto, cabe tener en cuenta en relación con este punto, la caracterización y persistencia de concepciones alternativas estudiadas por diversos autores en este campo de la Física.

## ALGUNOS OBJETIVOS DIDÁCTICOS ORIENTADORES DEL DISEÑO

Atendiendo a los contenidos objeto de enseñanza de la asignatura y buscando potenciar el establecimiento de los vínculos que permitan la adecuada estructuración conceptual y la integración de conocimientos, la secuenciación de los contenidos abordados en la simulación debía enlazarse con la que responde al enfoque disciplinar adoptado para la enseñanza de los dispositivos electrónicos.

Lejos de ser presentados al alumno como un producto acabado de la tecnología, en ella se parte de considerar su naturaleza, en esencia material, que da sustento a un tratamiento conceptual común. Así, el estudio de los dispositivos se apoya en la comprensión del comportamiento de estructuras conceptuales genéricas más simples o más complejas, sometidas a diferentes posibles modificaciones, alteraciones e interacciones. Estas estructuras están caracterizadas por ciertos parámetros relevantes a los que se les asignan conceptos tales como niveles discretos de energía de los electrones, energía de ionización, etc. a los que el alumno accede por primera vez al estudiar los modelos atómicos. Para favorecer el establecimiento de estas conexiones, deducidas como escasas por los alumnos, se parte entonces de modelos de átomo simples, a partir de los cuales se va construyendo la molécula, el microcristal y la sustancia en sus distintas variantes: estado condensado, gases, y plasmas. Para ello se atiende al manejo de variables tales como el tamaño de las partículas en relación con las distancias involucradas, el grado de interacción, el estado de ionización, etc. (Marchisio y Von Pamel, 2000).

En las distintas etapas hasta la configuración de estructuras cada vez más complejas, el estudio se asienta sobre una descripción que hace uso de la ecuación de onda de Schroedinger, la interpretación física de orden estadístico y el trabajo con distintas configuraciones de potenciales en un plano energía - posición. La asignatura avanza siguiendo un esquema de complejidad creciente desde el estudio del átomo y hasta el de distintos sistemas materiales complejos. En particular, la función de onda es trabajada como una descripción matemática que permite analizar el comportamiento de los electrones en los átomos de una manera conveniente, y a los efectos de poder calcular con ella algunas otras magnitudes reales con una interpretación física de orden estadístico. Puesto que la forma de dicha función quedará definida por la forma de la función potencial, resulta fundamental llegar a plantear la representación de la función potencial más aproximada a la situación concreta en estudio.

En este punto, cabe recordar que gran parte de la dificultad específica que se presenta en el aprendizaje de la Ecuación de onda de Schroedinger, se relaciona con su carácter no intuitivo. Atendiendo a lo expuesto, se buscó desarrollar un programa de simulación que cumpla al menos con los siguientes requisitos:

Ser fácilmente integrable en ambientes de aprendizajes adecuados a los objetivos de formación, como un recurso flexible del currículum, atendiendo a las características de los enfoques disciplinares, didácticos y comunicativos.

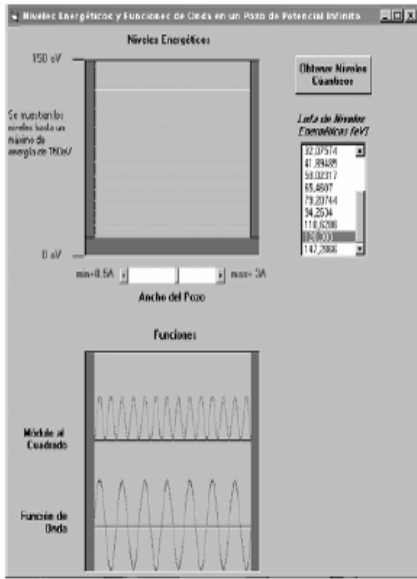
Poseer un escenario visual que reúna en formato de imágenes, representaciones de las distintas estructuras materiales, - átomos, moléculas y sistemas cristalinos -, plausibles para su aplicación en el estudio de los dispositivos electrónicos.

Posibilitar la interactividad y favorecer el acceso a la exploración y manipulación de relaciones entre los parámetros involucrados, habilitando "la construcción" de distintas posibles estructuras con aproximaciones sucesivas.

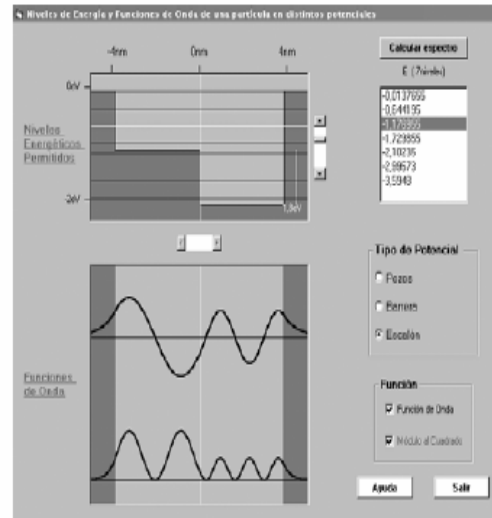
Se base en un modelo matemático de simulación, que, como representación funcional adaptada al lenguaje de máquina, se aproxime convenientemente a una representación que sea válida en un rango apreciable.

## **DESCRIPCIÓN**

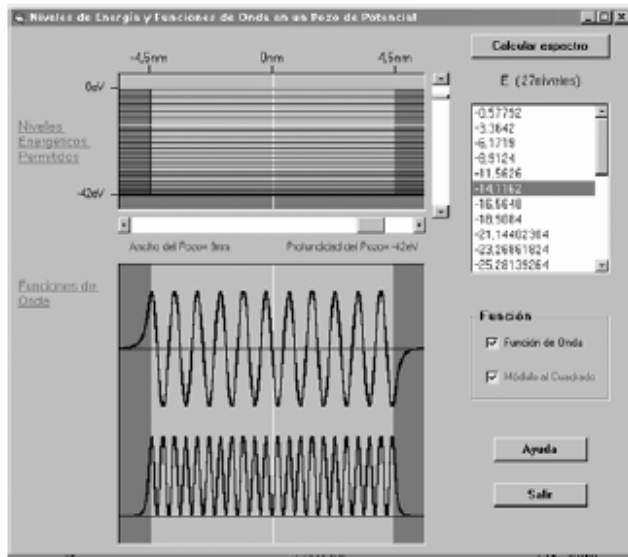
El modelo básico de la simulación que se desarrolló en la Cátedra es una representación funcional adaptada al lenguaje de la computadora, que aprovecha el modelo de la onda material de Schroedinger en la configuración de un pozo de potencial unidimensional. La altura y el ancho del pozo son parámetros que pueden asumir valores en un cierto rango. Asimismo, es posible su control para la representación de potenciales de formas diversas por aproximaciones sucesivas. De este modo se puede, por ejemplo, obtener un modelado aproximado del átomo de hidrógeno según un potencial central, a partir de sucesivas aproximaciones desde el pozo de potencial unidimensional. La posibilidad de variar los números cuánticos de la función de onda permite asimismo visualizar los distintos niveles energéticos. Las figuras que se presentan a continuación son algunas de las representaciones visuales que el programa permite obtener.



Pozo de potencial infinito

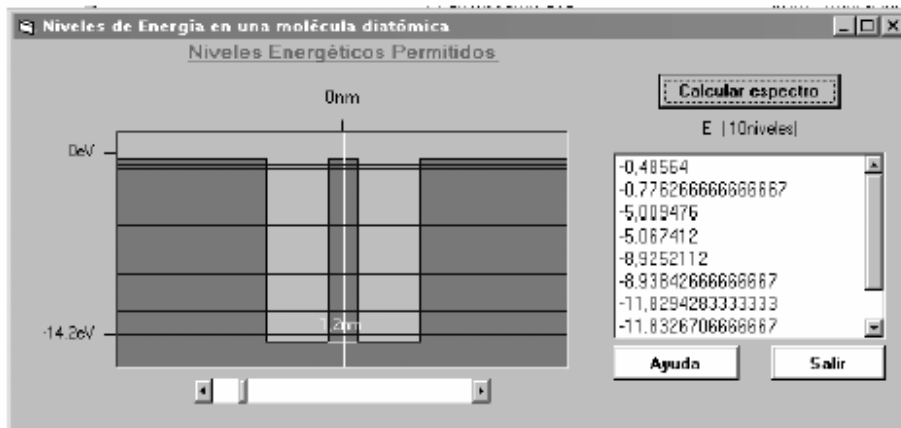
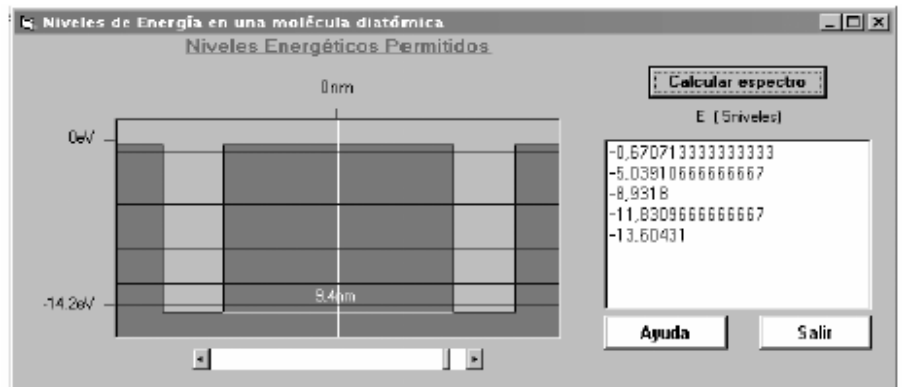


Pozos, barreras y escalones finitos

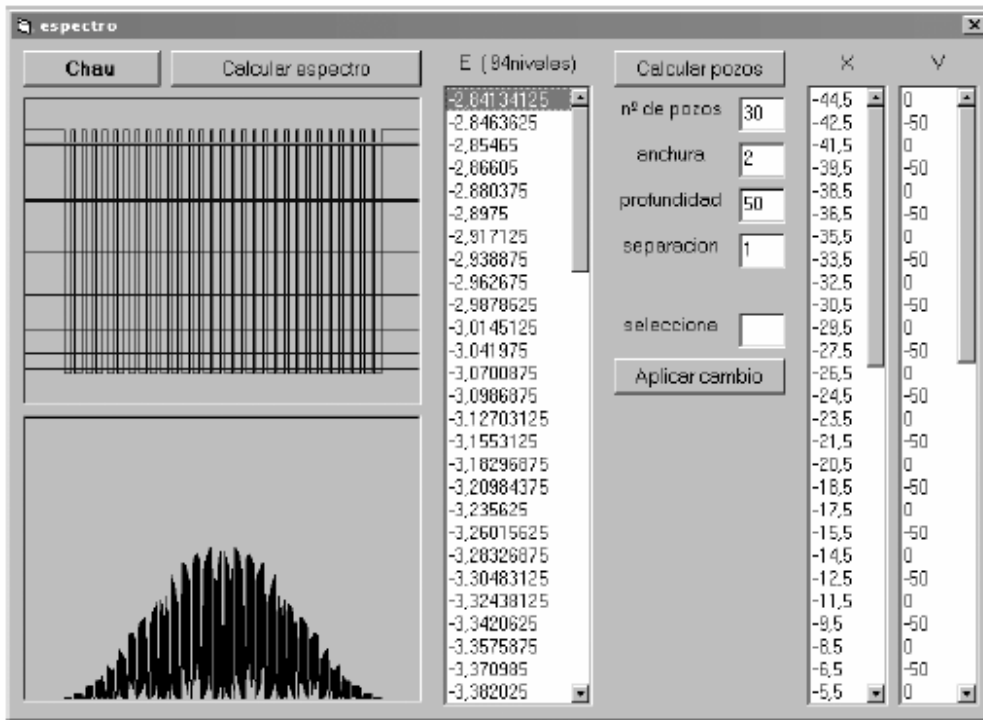


Pozo de potencial finito

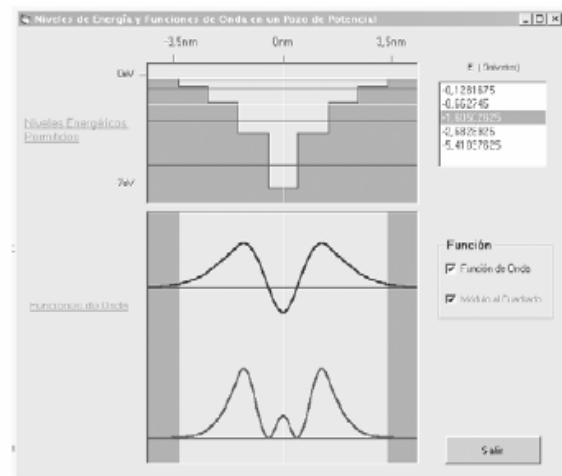
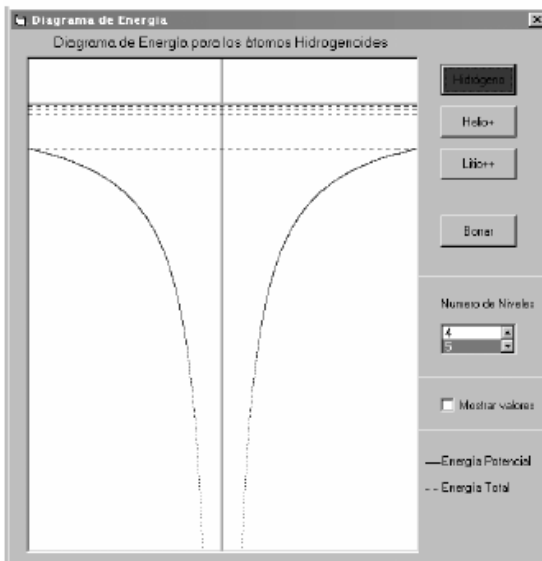
Dos átomos alejados



Desdoblamiento de niveles atómicos en función del acercamiento de dos átomos



“Cristal” unidimensional de 30 átomos. Se observa la formación de las bandas.



Potencial electrostático y su aproximación a través de potenciales planos.

## ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES

Como se ha expresado, paulatinamente, se han ido incorporando en el contexto de dictado de la asignatura y evaluando en uso, programas de simulación diseñados y realizados por el grupo de autores, incorporados en actividades tanto en forma aislada, como integrados en sistema multimedia de hipertexto.

A respecto, muchos autores (Cabero, et. al, 2000, Gallego et.al, 1999; García Vera, 1994), estudiosos del problema de la incorporación de tecnologías “en” la educación en diferentes países, coinciden en afirmar que éstas pueden constituirse en herramientas válidas a los fines de:

facilitar la comunicación sincrónica y/o asincrónica, el trabajo en grupos a distancia en forma colaborativa, el establecimiento de interacciones, almacenar gran cantidad de información, clasificarla y acercarla a sus fuentes, seleccionar, administrar, distribuir, compartir, difundir, representar, procesar, simular, modelizar, calcular, motivar proveer a la creación de escenarios multi e hipermediales para la ampliación de la experiencia personal con otras experiencias y la atención a las diferencias cognitivas individuales

Más allá de coincidir con ello, los autores asumen que estos dispositivos, al igual que el video, la radio, el grabador, el libro, un museo, una fábrica, etc., son básicamente, para la educación, recursos culturales. Como tales, deben ser entonces seleccionados “en función de” por los agentes educativos, como parte (subsistema) integrante de un sistema más complejo (el programa, el curso) que se constituye con finalidad educativa (Marchisio, 2003).

A los fines de la evaluación de estos recursos, los mismos han sido entregados a los alumnos acompañados de una guía de actividades diseñada con distintos niveles de complejidad y para resolver en variadas condiciones: en forma individual; en grupos de alumnos, en el aula en el contexto de clases teóricas, fuera del horario de clases y sin la presencia del docente.

Al respecto, y en relación con el empleo de las simulaciones, De Jon y Van Joolingen (1998) caracterizan a las simulaciones como programas de aprendizaje por descubrimiento. A partir de la evaluación realizada por los autores, se ha apreciado que la falta de competencia que el alumno posee para considerar exhaustivamente la totalidad de las posibilidades para el descubrimiento (establecimiento de hipótesis, decisión sobre el parámetro a manipular, interpretación de los datos, diseño del experimento, así como la planificación y control de su propio proceso de aprendizaje) es una de las dificultades que hacen que su uso no sea totalmente efectivo si es que las mismas no se integran en diseños que incluyan la realización de tareas específicas, más allá que las mismas sean planteadas al alumno en el contexto de actividades presenciales o a distancia.

Por otra parte, y en relación con la frecuente afirmación que asigna a estos recursos "per se" la función motivadora, se ha observado en el caso de esta asignatura que ésta se hace evidente sólo mientras el recurso en cuestión se constituya como novedad. En realidad, los alumnos afirman que su mayor motivación ha sido la toma de conciencia de su utilidad para la comprensión de contenidos clasificados por ellos como difíciles, siendo fundamental a ese objetivo, la realización de las actividades con distinto nivel de complejidad, orientadas a desarrollar procesos de búsqueda de conocimientos que requieren no sólo del uso de la simulación sino el de otros recursos, lecturas y análisis en forma complementaria.

## **BIBLIOGRAFÍA**

AUSUBEL, D., 1989. *Sicología Educativa* Edit. Trillas, México

AUSUBEL, D., NOVAK, J.D. y HANESIAN, H., 1978. *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Edit. Trillas, México

CABERO J. et al., 2000, *Nuevas Tecnologías aplicadas a la Educación*, Proyecto Síntesis Educación

CASTELLÓ, A., 1995, *Inteligencia artificial en entornos instruccionales*, en "Psicología de la instrucción III. Nuevas Perspectivas"; Genovard Rosselló, Beltrán Llera y Rivas Martínez Editores, Edit. Síntesis, Madrid

COLL, C., 1995, *Elementos para el análisis de la práctica educativa*, en "Psicología de la instrucción III. Nuevas Perspectivas"; Genovard Rosselló, Beltrán Llera y Rivas Martínez Editores, Edit. Síntesis, Madrid

DE JONG, TON y VAN JOOLINGEN, VOUTER, 1998, *El entorno SMISLE: diseño y aprendizaje con entornos integrados de simulación*, en Vizcarro y León (comp.), *Nuevas Tecnologías para el aprendizaje*, Ediciones Pirámide, Madrid

FISCHLER y M. LICHTFELDT, 1992, *Modern physics and students' conceptions*, Int. J. Sci. Educ. 14.

GALLEGRO GIL, D. y ALONSO GARCÍA, C., 1999, *El ordenador como recurso didáctico*, Edit. UNED. España

GARCIA VERA, A., 1994., *Las nuevas tecnologías en la capacitación docente.*, Editorial Visor

JOHNSTON, K. CRAWFORD, y P. R. FLETCHER, 1998, *Student difficulties in learning quantum mechanics*, Int. Journal Science Education, 20

MARCHISIO, VON PAMEL, CABANELLAS, 1995, *Una experiencia de aprendizaje colaborativo en la enseñanza de los dispositivos electrónicos*- "Memorias REF9 Salta.

MARCHISIO y VON PAMEL, 1996, *Una propuesta para la enseñanza de la Física de los materiales en las diversas carreras de Ingeniería*; en "II Jornadas de Innovación en las Enseñanzas de las Ingenierías", Universidad Politécnica de Madrid.

MARCHISIO, S. VON PAMEL, O, 2000, *La enseñanza de los dispositivos electrónicos en el ciclo básico de Ingeniería*, Revista Argentina de enseñanza de la Ingeniería, Vol 1.

MARCHISIO et. al., 2001, *Del currículum prescripto al currículum en acción: la creación de ambientes de aprendizaje para la formación de ingenieros*; PID 2001-2003; Universidad Nacional de Rosario.

MARCHISIO, S., 2003, *Tecnología, Educación y Nuevos ambientes de aprendizajes. Una revisión del campo y derivaciones para la capacitación docente*, Revista Rueda, N° 5.

MARTÍNEZ SÁNCHEZ, F., 1997, *La enseñanza ante los nuevos canales de comunicación*, en Tejedor, Valcárcel, eds., *Perspectivas de las nuevas tecnologías en la educación*, Edit. Narcea.

VYGOTSKY, L. 1977 , *Pensamiento y Lenguaje*, Ediciones Fausto, Buenos Aires

VON PAMEL, y MARCHISIO, 1996, *La incorporación de la informática como herramienta para el aprendizaje de los dispositivos electrónicos: un estudio de sus posibilidades* "Anales 1º Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería, Río Cuarto.

VON PAMEL y MARCHISIO, 1999, *Los nuevos ambientes de aprendizaje en la educación universitaria: una experiencia de integración de tecnologías de la información al dictado de la asignatura Física IV en la Argentina*, Revista "La Universidad N° 17"; Secretaría de Políticas Universitarias - Ministerio de Cultura y Educación

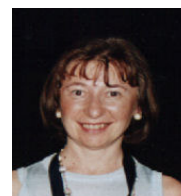
VON PAMEL, O. y MARCHISIO, S., 2000, *Improving didactic strategies in a Physics course on semiconductor devices for electronic engineering students*, Phytelb International Conference 2000, Barcelona, España, setiembre de 2000

VON PAMEL y MARCHISIO, 1999, *The new learning environments in the university education: A experience of integration of the technologies of information in a traditional Physics course in Argentina*; Proceedings ICDE 99. Viena

VON PAMEL, O., MARCHISIO, S., PLANO, M.; 1999, *Evolución del modelo de átomo*, obra hipemedial, Maestría en Educación Psicoinformática; Universidad Nacional de Lomas de Zamora

---

## LOS AUTORES



### **SUSANA MARCHISIO**

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura  
Universidad Nacional de Rosario  
Avda. Pellegrini 250 - (2000) Rosario - Argentina  
T.E 54-341-4802655  
e-mail: [smarch@fceia.unr.edu.ar](mailto:smarch@fceia.unr.edu.ar)

Doctora Ingeniera Industrial por la UNED de España, con tesis en Enseñanzas de Ingeniería. Es Ingeniera Electricista por la Universidad Nacional de Rosario y Profesora Asociada de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la misma Universidad. Desarrolla docencia de grado en la Cátedra Física IV Carrera de Ingeniería Electrónica (UNR) y de Postgrado, a cargo del Seminario de Tecnología Educativa, Maestría en Docencia Universitaria. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario. Es investigadora en Educación desde 1985. Actualmente dirige el Proyecto "Diseñando estrategias para la reconstrucción de prácticas educativas en Ingeniería" (PID – UNR) y es investigadora responsable del Proyecto "Estrategias de enseñanza de la Física para una articulación nivel medio/Polimodal-Universidad" (PICT ANPCYT), radicado en la UNL. Es representante de la UNR ante la Red Universitaria de Educación a Distancia (RUEDA) y ha sido designada co-coordinadora de la fase HEDAL capítulo argentino, del proyecto COSYPEDAL de la CUED-UNED. Ha organizado y dirige desde su creación en 1991, el Departamento Educación a Distancia de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la UNR.



### **OSCAR VON PAMEL**

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura  
Universidad Nacional de Rosario  
Avda. Pellegrini 250 - (2000) Rosario - Argentina  
T.E 54-341-4802655  
e-mail: [vonpamel@fceia.unr.edu.ar](mailto:vonpamel@fceia.unr.edu.ar)

Magíster en Educación Psicoinformática de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora con tesis en el área de producción de sistemas multimedia educativos. Es Licenciado en Física egresado de la Universidad Nacional de Rosario y Profesor Titular de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la misma Universidad. Desarrolla docencia en la Cátedra Física IV para la carrera de Ingeniería Electrónica. Es

investigador desde 1985. Actualmente es co-director del Proyecto “Diseñando estrategias para la reconstrucción de prácticas educativas en Ingeniería” (PID – UNR) y colaborador en el Proyecto “Estrategias de enseñanza de la Física para una articulación nivel medio/Polimodal-Universidad” (PICT ANPCYT), radicado en la UNL. Es Director de la Escuela de Postgrado y Educación Continua de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la UNR y fue Secretario Académico de la mencionada Facultad durante el período 1990 - 1994.



**JORGE RONCO**

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura  
Universidad Nacional de Rosario  
Avda. Pellegrini 250 -(2000) Rosario - Argentina  
T.E. 54-341-4802649 int. 220  
e-mail: [jcronco@fceia.unr.edu.ar](mailto:jcronco@fceia.unr.edu.ar)

Magíster en Educación Psicoinformática de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora con tesis en el área de producción de sistemas multimedia educativos. Ingeniero Electricista egresado de la Universidad Nacional de Rosario, Profesor Adjunto de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la misma Universidad. Desarrolla docencia en la Cátedra Electrotecnologías para las carreras de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial. Es integrante del Proyecto de Investigación “Diseñando estrategias para la reconstrucción de prácticas educativas en Ingeniería” (PID – UNR) y colaborador en el Proyecto “Estrategias de enseñanza de la Física para una articulación nivel medio/Polimodal-Universidad” (PICT ANPCYT), radicado en la UNL. Fue Director del Departamento de Electricidad Aplicada de la Escuela de Ingeniería Eléctrica entre 1989 y 1995 y actualmente Director de la misma Escuela en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la UNR.



**MIGUEL PLANO**

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura  
Universidad Nacional de Rosario  
Avda. Pellegrini 250 -(2000) Rosario - Argentina  
T.E. 54-341-4802649 int. 220  
e-mail: [mplano@fceia.unr.edu.ar](mailto:mplano@fceia.unr.edu.ar)

Ingeniero Electrónico egresado de la Universidad Nacional de Rosario, Jefe de Trabajos Prácticos de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la misma Universidad. Desarrolla docencia en la Cátedra Física IV para la carrera de Ingeniería Electrónica en la UNR. Es integrante del Proyecto de Investigación “Diseñando estrategias para la reconstrucción de prácticas educativas en Ingeniería” (PID – UNR) y colaborador en el Proyecto “Estrategias de enseñanza de la Física para una articulación nivel medio/Polimodal-Universidad” (PICT ANPCYT), radicado en la UNL. Asimismo, está a cargo de la

# ***La potencialidad didáctica de los materiales curriculares: categorías para evaluar la incorporación de software en la enseñanza de las ciencias experimentales.***

Gloria Alzugaray, Mirian Capelari, Caterina Tuljak, Martín Passadore  
Grupo de investigación en Enseñanza de la Ingeniería (GIEDI)  
Facultad Regional Santa Fe- Universidad Tecnológica Nacional UTN  
Lavaise 610 – Santa Fe-Argentina  
[galzugar@frsf.utn.edu.ar](mailto:galzugar@frsf.utn.edu.ar), [mcapelari@fibertel.com.ar](mailto:mcapelari@fibertel.com.ar)

## **Introducción**

Los retos de la sociedad del conocimiento en el contexto actual, en el que los contenidos son cada vez más inabarcables y se renuevan a un ritmo muy acelerado, llevan a la necesidad de un replanteo general de las formas de enseñar en la Universidad. Monereo y Pozo (2003) sostienen que la reflexión debería ser el centro de las actividades de formación, generando en los alumnos competencias para la autonomía de aprendizaje, enseñando y aprendiendo a aprender y pensar, a cooperar, a comunicar, a enfatizar, a ser crítico y a automotivarse.

Las nuevas tecnologías, en tanto medios incorporados a la enseñanza, son susceptibles de induirse en diseños de entornos flexibles de aprendizaje, como los basados en proyectos, problemas, simulaciones, estudios de casos o bien en entornos más cerrados y tradicionales; pueden responder tanto a teorías más constructivistas o asociacionistas, estar acompañadas de propuestas integradoras de trabajo o usarse aisladamente. En este sentido, los diseños educativos que subyacen a su implementación, deben ser tenidos en cuenta, convenientemente explicitados y redimensionados en la práctica, en tanto hacen referencia a enfoques teóricos y a modos de actuar y de dirigir con pericia la enseñanza; es decir, su objetivo es posibilitar buenas y mejores prácticas de enseñanza que contribuyan a actividades de aprendizaje en los alumnos. Es por ello que la decisión de incorporar nuevos recursos y materiales a las clases –en este caso software- debe pensarse en el marco de un determinado diseño educativo. Y para el caso de la utilización de software libre como herramienta didáctica, será importante tener en cuenta que pueda favorecer la activación de múltiples procesos mentales que conduzcan a los estudiantes a establecer diversas relaciones significativas entre la información recibida y el entorno.

La importancia del presente trabajo reside entonces en la definición de criterios de análisis de software libre de contenido científico a fin de proporcionar herramientas teóricas y metodológicas necesarias para poder seleccionar este material de uso didáctico en las aulas de ciencias. Se propone una forma de evaluar la selección de software libre hallado en la Web, que esté orientado desde un análisis sobre su potencialidad didáctica para ser utilizado como material curricular en la enseñanza, de manera que aunque ésa no haya sido la intención de quién desarrolló el material, lo que se estudia es su aplicabilidad al contexto específico de las aulas de Ciencias

Experimentales. El análisis que se propone, tiene en cuenta las dimensiones lingüística, conceptual y metodológica.

### **Modelo didáctico de la educación virtual**

#### **Perspectivas actuales: desde la educación tradicional a la virtual**

Entre las múltiples preguntas que surgen al analizar cuales son las diferencias entre la subjetividad pedagógica tradicional a la virtual, adquiere relevancia describir que incidencia tienen sobre los estudiantes los recursos tecnológicos en las nuevas figuras y en las modalidades desplegadas para habilitar las situaciones que se producen entre quienes intentan enseñar-aprender de manera virtual. En el cuadro 1 se describen que dimensiones se modifican y los componentes que adquieren centralidad.

<b>Sistemas de enseñanza no presenciales</b>	
<b>Dimensiones que se modifican</b>	<b>Componentes que adquieren centralidad</b>
Institucional	Curriculum y modelo pedagógico
Rol de los alumnos	Perfil institucional del alumno
Rol de los profesores	Perfil institucional del cuerpo académico
Contenidos y logística de producción, organización y difusión de los mismos	Diseño, producción y distribución de los materiales
Evaluación	Modalidad y características de la evaluación
Procesos de comunicación	Modalidad de interacción entre los distintos actores
Destinatarios del proceso de formación	Caracterización de los nuevos destinatarios y sus motivaciones
Vinculación con otros ámbitos y sectores sociales: empresas, organismos, instituciones, grupos	Definición de modalidad de vinculación y asociación

**Cuadro1**

Hay múltiples formas de aprender en la red y por lo tanto múltiples temas de abordaje, en particular el impacto de los recursos tecnológicos que implica aprender a través de la virtualidad.

Desde esta perspectiva, la primera tarea que debe ser señalada es qué debe ser considerado como impacto de la educación virtual. La oportunidad que brindan las tecnologías de la información y comunicación para desarrollar nuevos contenidos educativos en canales de comunicación virtuales presenta ventajas como el acceso a la información de personas aisladas, la posibilidad de personalizar el aprendizaje atendiendo a las distintas capacidades, conocimientos e intereses del alumno y la actualización constante de materiales y contenidos entre otras.

Es frecuente que el usuario de un entorno virtual deba pasar tiempo en busca de respuesta a un hecho concreto, y en un programa de simulación de ciencias se debe

ser muy cuidadoso. En ese sentido este trabajo quiere categorizar ciertos aspectos a modo de guía para facilitar esos accesos a información a través de las páginas Web, tanto para los docentes en la selección de materiales para sus clases, como para el aprendizaje del estudiante.

En el análisis del diseño de contenidos educativos de software u otros medios tecnológicos disponibles en la web, se deben tener en cuenta diferentes dimensiones y aspectos para su correcta elaboración. Duarte, J. M y Sangrá, A. (2000) diferencia los siguientes ámbitos: el ámbito disciplinario, que corresponde al área del conocimiento de la materia, el ámbito metodológico, entendido como formas de plantear la enseñanza para facilitar el aprendizaje y el ámbito tecnológico, que establece las tecnologías para la elaboración del material.

La perspectiva básica será de análisis de la visibilidad de la información a través del estudio de las variables y las dimensiones sugeridas en el cuadro 1

VARIABLES	DIMENSIONES		
	Conceptual,	Procedencia	Lingüística
	Facilidad de aprender	Usabilidad	Comprensibilidad
	Compatibilidad:	Operabilidad	Nivel de comunicación
	Exactitud	Seguridad	Adecuación
	Nivel de complejidad	Confiabilidad	Portabilidad
	Adecuación	Amigabilidad	Nivel de información

**Cuadro 2**

En el siguiente cuadro, se desarrollan los criterios que podrían tenerse en cuenta para la evaluación de un software en función de las variables y dimensiones formuladas previamente.

<b>Abierto</b>	Implica la posibilidad de modificar los parámetros de la experiencia a realizar.
<b>Adecuación</b>	Posee todas las funciones necesarias para desarrollar el acto de aprendizaje en los estudiantes (el soft tiene las herramientas para que el alumno capte los conceptos)
<b>Amigable</b>	Posibilidad de que la característica de interfase sea simple de utilizar e intuitiva
<b>Compatibilidad</b>	Indica que los recursos generados en el aula pueden ser utilizados en otros entornos y condiciones sin alterar sus propiedades
<b>Comprensibilidad</b>	Reconoce la estructura y aplicación de cada uno de los componentes que son representados
<b>Confiabilidad / Estabilidad</b>	Mantiene un rendimiento óptimo bajo ciertas condiciones y por cierto tiempo.
<b>Eficiencia</b>	Señala rapidez y utilización en el uso de recursos
<b>Exactitud</b>	Indica que cada una de las herramientas desarrolladas realizan las funciones predeterminadas para el e-learning
<b>Facilidad de aprender</b>	Revela que la utilización de las herramientas de edición y comunicación del aula son fáciles de aprender a usar
<b>Interfase</b>	Determina la forma de comunicarse con el usuario (parte gráfica, lo que se ve).
<b>Nivel de comunicación</b>	Indica la estructura como las operaciones con la información del aula responden a la diversidad de los estudiantes. (tiene un lenguaje que es interpretado por todos los estudiantes)
<b>Funcionalidad</b>	Revela que las funciones y propiedades del entorno satisfacen todas las necesidades explícitas e implícitas

<b>Operabilidad</b>	Establece que los objetos representan claramente los objetivos, contexto y factores ergonómicos para ayudar al aprendizaje
<b>Portabilidad</b>	Implica la utilización en distintas plataformas de sistemas operativos (windows98, Me, XP, 2000 , Linux, otros)
<b>Seguridad</b>	Advierte de accesos no autorizados, destrucción de recursos, pérdida o filtración de información (se refiere a plataformas e-learning y el necesario acceso de usuarios con distintos niveles de acuerdo a que tipo de usuario quiere ingresar: docente, alumno, administrador, etc)
<b>Usabilidad</b>	Recoge los datos necesarios para indicar la facilidad de usar y aprender en el entorno educativo del aula virtual

**Cuadro 3**

En este sentido, la propuesta señalada se inserta en el marco del proyecto de gestión de un laboratorio didáctico en la carrera de Ingeniería Industrial. El laboratorio didáctico, se constituye y gestiona como un ámbito institucional académico específico que tiene por objeto canalizar y coordinar las propuestas de enseñanza de las ciencias experimentales, posibilitando articulación e integración entre las actividades de los docentes, la optimización de recursos físicos y humanos disponibles, la construcción y evaluación de distintos materiales y recursos en cuanto a su viabilidad, pertinencia, calidad educativa

Se considera importante que la inclusión de materiales curriculares a la enseñanza - software en este caso- deba ir acompañada de un proceso reflexivo de los educadores que fundamente la elección teniendo en cuenta un planteamiento metodológico sistemático y diseñado en función de los objetivos de la enseñanza. No se trata tanto de qué software seleccionar o qué material elaborar sólo por el atractivo o interés que conlleve en sí mismo, sino más bien, de como diseñar estrategias de enseñanza en el marco de determinados enfoques disciplinares y didácticos y para ello, evaluar qué materiales y tecnologías pueden integrarse y ser coherentes con dicho planteamiento.

Podría decirse que en el momento de pensar en la elaboración/selección de recursos tecnológicos para la enseñanza –software en este caso-, un desafío pedagógico importante es el abrir el espectro de mediadores culturales y el de pensar los usos pedagógicos más favorables.

Entre los distintos tipos de materiales que pueden utilizarse el software es una tecnología que puede brindar muchas posibilidades de aprendizajes por la potencialidad didáctica que lleva en sí mismo. Se requiere entonces una serie de pautas que definan un modelo de calidad.

Para iniciar una reflexión sobre los usos didácticos de los soft en la enseñanza, que no se agota en este trabajo, pero que sí pretende dejarse planteado en sus líneas principales, puede partirse de las tres vertientes propuestas por Santos Guerra (1996) para realizar la evaluación de los materiales didácticos: las políticas de elaboración y difusión, la potencialidad didáctica en función de su naturaleza y la utilización de los mismos. Son dimensiones importantes que deben ser consideradas a la hora de pensar en materiales específicos, y por tanto en la incorporación de software a la enseñanza. El tema de las políticas de elaboración y difusión, remite a

la consideración de que no se trata de “instrumentos descontextualizados”, sino que en sí mismos son reguladores y estructuradores de las prácticas e implican formas específicas de relacionarse con el conocimiento. También es fundamental analizar la potencialidad didáctica que los mismos conllevan, y su capacidad del uso; aspecto éste que remite a cuestiones relacionadas con la práctica docente.

En función de los objetivos del presente trabajo, el desarrollo se ha centrado en los aspectos más vinculados a la presentación de lo disciplinar y a lo tecnológico. Pero puede plantearse además, que la consideración de la potencialidad didáctica de los software en la enseñanza de las ciencias experimentales, los materiales o recursos no pueden pensarse sólo en sí mismos y en forma aislada, sino en el marco de diseños educativos que los sustenten, en los que adquieren sentido y significación. Es decir, se incluyen en una propuesta pedagógica que implica un modelo pedagógico, que contemple principios y propósitos, definición y organización de contenidos, estrategias metodologías, actividades de enseñanza y aprendizaje, formas de evaluación. Estos cambios se concretan en la forma del proceso educativo y como tal pueden ejemplificarse algunas opciones posibles para el logro de aprendizajes significativos en el cuadro siguiente.

<b>aprendizaje significativo en entorno virtual</b>	<b>Estrategias metodológicas</b>	<b>herramientas</b>	<b>Elementos de la perspectiva teórica</b>	<b>Formas de evaluación</b>
	Centrado en el aprendiz	Múltiples formatos	Contextos apropiados	procesual
	Situado	Multimedias	Modelos de comprensión	flexible
	Cooperativo	Internet	Discusión como estrategia educativa	integradora

**Cuadro 4**

Martínez Bonafé (1992) también señala la importancia de analizar el modelo educativo que sustenta la inserción de tecnologías diversas en educación. Frente a la posibilidad de elaborar un recurso o de evaluar su potencialidad, es importante tener en cuenta el modelo pedagógico que sugiere el material: sus finalidades educativas, principios curriculares, estrategias didácticas que modela, como modelos de aprendizaje del alumno que sugiere.

Los diseños educativos deben ser redimensionados en la práctica en tanto hacen referencia a enfoques teóricos y a modos de actuar y de dirigir con pericia la enseñanza; es decir, su objetivo es posibilitar buenas y mejores prácticas de enseñanza que contribuyan a actividades de aprendizaje en los alumnos. La decisión de incorporar nuevos recursos y materiales a las clases –en este caso software- debe pensarse en el marco de un determinado diseño educativo, que incluya las distintas variables consideradas. Si se considera que las diversas tecnologías pueden incluirse en diseños de entornos flexibles de aprendizaje -como los basados en proyectos, problemas, simulaciones, estudios de casos- tanto como en entornos más cerrados y tradicionales; que pueden responder a teorías más constructivistas o bien asociacionistas, estar acompañadas de propuestas integradoras de trabajo o usarse aisladamente; adquiere sentido realizar un análisis que incluya los ámbitos, dimensiones y variables consideradas, tanto para la

elaboración de propuesta como para la selección de medios tecnológicos a induir en ellas.

Surge entonces la necesidad de formular interrogantes sobre este tema, como por ejemplo: ¿Qué diseños subyacen a la utilización de medios tecnológicos en las propuestas de enseñanza en ciencias experimentales? ¿Qué diseños formular en función de los contextos, situaciones, recursos, necesidades educativas?

### **Reflexiones finales :**

El análisis de las categorías mencionadas, da cuenta de la importancia de explicitar el modelo pedagógico inherente a un diseño educativo en particular, en tanto que implica determinadas finalidades y principios curriculares, evidencia un modelo didáctico determinado, modela estrategias de enseñanza y genera particulares actividades de aprendizaje en los alumnos.

El modelo didáctico que se perfile será el marco orientador de las prácticas de enseñanza, y de las actividades de aprendizaje que realizarán los alumnos. La enseñanza, desde una concepción constructivista, se entiende como una “ayuda al proceso de aprendizaje”, ayuda necesaria para que los alumnos puedan aprender de la manera lo más significativamente posible (Coll, 1992). Pensar en la incorporación de un software en el ámbito educativo lleva a la necesidad de formular preguntas del tipo ¿qué condiciones debe cumplir este software para que esta ayuda sea eficaz? Pero además, en el marco de qué condiciones de enseñanza se inserta en las actividades del aula? ¿En qué modelo pedagógico se incluye? O lo que es lo mismo ¿qué tipo de intervenciones en el aula podrían ser convenientes para ello? Y a generar respuestas y propuestas de incorporación de tecnologías a la enseñanza desde diseños educativos coherentes e integradores.

En síntesis, para una perspectiva como la señalada, pueden tenerse en cuenta los siguientes ámbitos en la elaboración y selección de materiales curriculares: “*el ámbito disciplinario, que corresponde al área de conocimiento de la materia, el ámbito metodológico, entendido como forma de facilitar el aprendizaje, y el ámbito tecnológico, que establece las tecnologías para la elaboración del material*”. (Duart y Sangrá, 2000).

### **Referencias Bibliográficas:**

Ballesta Pagán, J. (1995) Función didáctica de los materiales curriculares. Universidad de Murcia. En *Revista Pixel-Bit N° 5. Revista de Medios y Educación*. Disponible en <http://www.sav.us.es/pixelbit/sumarios.htm#indice5>

Coll, C. (1996). *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Grao.

Dede, C. (2000). *Aprendiendo con tecnología*. Buenos Aires: Paidós.

Duart, J. y Sangrá, A. (2000). *Aprender en la virtualidad*. Barcelona: Gedisa.

Gutiérrez, F y Prieto, D. (1999). *La Mediación Pedagógica. Apuntes para una educación a distancia alternativa*. Buenos Aires: CICCUS. La Crujía.

Hannafin, M.; Land, S. y Oliver, K. (2000). Entornos de aprendizaje abiertos: fundamentos, métodos y modelos. En *Diseño de la Instrucción. Teorías y Modelos*. Parte I. Madrid: Aula XXI. Santillana.

Levis, D y Gutiérrez, M.L. (2000). *¿Hacia la herramienta educativa universal?. Enseñar y aprender en tiempos de Internet*. Buenos Aires: CICCUS. La Crujía.

Martínez Bonafé, J. (1992) ¿Cómo analizar los materiales? En *Cuadernos de Pedagogía N° 20*, 14-18.

Mergel, B. (1998) "*Diseño Instruccional y teoría del aprendizaje*".Universidad de Saskatchewan. Disponible en <http://www.educadis.uson.mx/pagina/ftp/Dise%C3%B1o-Instruc-RPA-B-Mergel-2.doc>

Pozo M., J. (1996). *Aprendices y Maestros*. Madrid: Alianza Editorial.

Reigeluth, Ch. (2000). *Diseño de la Instrucción. Teorías y Modelos*. Parte I. Madrid: Aula XXI. Santillana.

Reigeluth, Ch. y Moore, J. (2000). La enseñanza cognitiva y el ámbito cognitivo. En *Diseño de la Instrucción. Teorías y Modelos*. Parte I. Madrid: Aula XXI. Santillana.

Santos Guerra, M. (1996). Evaluación de materiales didácticos. En "*Evaluación Educativa 2*". Buenos Aires: Magisterio del Río de la Plata.

## INVESTIGACIÓN

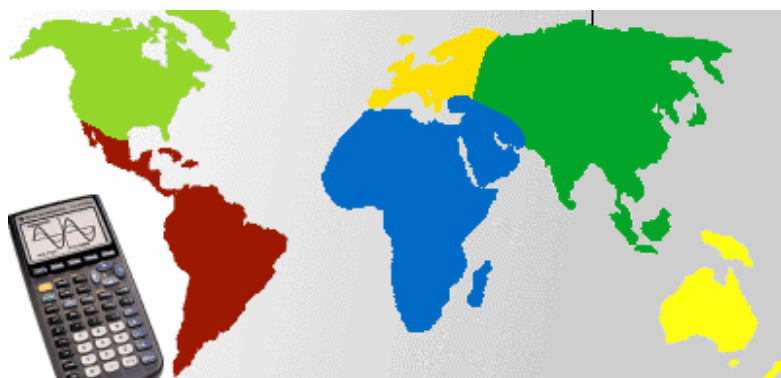


*Impacto de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación para la Enseñanza de la Matemática en la Educación Superior*

**Lic. Enrique Vílchez Quesada<sup>1</sup>**  
[evqm@costarricense.cr](mailto:evqm@costarricense.cr)

### **1. Introducción**

La evolución de la sociedad en las últimas décadas, ha excedido el ritmo de los procesos históricos que tiempo atrás habían caracterizado a la humanidad, hoy en día lo único perdurable son los cambios constantes promovidos en gran medida por el avance tecnológico, que ha cerrado las brechas entre distancia y conocimiento, entre imaginación y realidad. Un mundo globalizado como el actual, no puede pasar desapercibido en la comunidad docente encargada de preparar las futuras generaciones que tomarán a su cargo el importante reto del desarrollo nacional. Como educadores y educadoras tenemos el deber moral y profesional de circunscribir nuestra labor educativa en este contexto. El inicio de este proceso de cambio indudablemente relaciona nuestra actividad docente con el desarrollo tecnológico, tratando de incorporar en el salón de



clase, estrategias de enseñanza y aprendizaje que utilicen recursos didácticos basados en el uso de calculadoras programables o materiales educativos computarizados. Lo anterior impone una

transformación curricular en el contexto de las instituciones de enseñanza superior, quienes a priori tienen la responsabilidad de

---

<sup>1</sup> Universidad Nacional, Escuela de Matemática y Centro de Investigación y Docencia en Educación.

generar investigación, experiencias y formación académica para lograr una transición benigna de la sociedad industrial a la sociedad de la información.

## **2. La Sociedad del Conocimiento y la Información y sus Implicaciones en la Educación**

Los cambios culturales y económicos que la humanidad ha experimentado en las últimas décadas, han marcado un hito en el ritmo de los procesos históricos que antes de la aparición de la computadora, habían caracterizado la evolución de la sociedad. Hoy en día las naciones han comenzado una vertiginosa carrera, buscando luego de un par de siglos, la transición de una sociedad industrial a una sociedad donde el conocimiento y la información se han convertido en los insumos fundamentales para el desarrollo en todos sus ámbitos. El Dr. Leopoldo Briones Salazar en su artículo Demandas de la Sociedad del Conocimiento a la Gestión del Currículo Escolar, opina que nos encontramos en un escenario donde las tecnologías de la información configuran las relaciones sociales; *"algunos sostienen que vivimos en una sociedad de cambios globales en que la información y el conocimiento se constituyen en los bienes más distintivos y preciados en la esfera social"* (2002 : 1).

Según Francisco Papa Blanco en su libro *Tecnología y Desarrollo*, la sociedad ha desplazado su centro de gravedad de la industria hacia los servicios, un cambio que ha implicado el movimiento irreversible hacia la "informatización". Papa considera que la informática es una ciencia cada vez más necesaria en una sociedad moderna: *"la expansión de las capacidades de registro y transmisión, y la facilidad de acceso a los sistemas, hará proliferar las redes de información sobre toda la diversidad imaginable de temas"* (1979 : 116).

La información masiva y sus facilidades de acceso son el mínimo común denominador de la sociedad de hoy. El desarrollo progresivo de la red de redes Internet, ha provocado profundos cambios culturales, donde la velocidad en las comunicaciones sin importar las fronteras y los idiomas, han convertido la transmisión de la información en una actividad cotidiana, que conlleva unos cuantos segundos.



Actualmente las instituciones educativas han tenido que considerar la necesidad de incorporar tecnología en los procesos educativos para desarrollar nuevos métodos de aprendizaje, a través del acceso a

múltiples formas de interacción y fuentes de información. Para el Catedrático Martiniano Román Pérez de la Universidad Complutense de Madrid, éste proceso es un resultado ineludible, en su libro *Un Nuevo Currículum para la Sociedad del Conocimiento* propone; *"cada época posee su modelo de escuela y cada cambio social relevante reclama cambios también relevantes en la escuela"* (2002 : 1).

Manuel Area Moreira en su artículo *¿Qué aporta Internet al Cambio Pedagógico en la Educación Superior?*, considera que los métodos tradicionales de enseñanza que se utilizan con mayor frecuencia en las instituciones educativas son: la clase magistral, la toma de apuntes por parte del alumno y, la lectura y memorización de textos. Para Area, este tipo de metodología lleva implícita una visión del conocimiento como algo definitivo, estático y sin cuestionamientos. Una paradoja si se piensa en la sociedad del conocimiento y de la información, en la cuál se circunscribe el momento histórico que vivimos. Area a este respecto opina: *"la llegada de las denominadas tecnologías digitales de la información y comunicación a los distintos ámbitos de nuestra sociedad, y de la educación en particular, puede representar, y en muchos casos así empieza a ocurrir, una renovación sustantiva o transformación de los fines y métodos tanto de las formas organizativas como de los procesos de enseñanza"* (2000 : 129).

De acuerdo con Peter J. Dirr en su artículo *Desarrollo Social y Educativo con las Nuevas Tecnologías*; en la educación superior los retos son aún mayores, la mayoría de los profesores universitarios se resisten al uso de recursos tecnológicos por dos razones: una consideran que al utilizar tecnología se disminuyen sus posiciones como expertos de su disciplina, y la otra aprendieron en un sistema educativo tradicional. Pese a ello señala Dirr: *"la tendencia de los centros de enseñanza superior; apunta al crecimiento en el uso de tecnologías, esto resulta de la presencia de un nuevo grupo de alumno -adultos- quienes trabajan y tienen competencias y experiencias que no tuvieron los alumnos de promociones anteriores"* (2004 : 73).

Nos encontramos en una nueva era; la era digital, la postura de las instituciones educativas ante este cambio, no puede seguir manteniéndose en la austeridad de las denominadas *"escuelas de piedra"* (Bartolomé, A., 1996 : 6). La educación, indica Dirr, ha dejado de ser un beneficio social; *"ahora los alumnos son vistos como un posible mercado, con recursos para gastar en educación"* (2004 : 74). Si un centro de enseñanza desea garantizar su supervivencia; debe competir, adecuando su oferta



académica a la demanda sociocultural. El reto impone acciones prontas, eficaces y concretas, que conducen a transformaciones pedagógicas y metodológicas en un marco educativo completo, definiendo objetivos, reestructurando planes y programas de estudio, y creando estrategias didácticas que permitan adaptar los sistemas educativos y anticipar propuestas para enfrentar cambios futuros, promovidos por el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación.

### **3. Transformación de la Educación Superior por las Tecnologías Digitales**

El replanteamiento de la educación superior durante la década pasada, alcanzó un auge impresionante traducido en diversos esfuerzos académicos y asignación de recursos, por parte de múltiples instituciones y organizaciones a nivel mundial. Algunas de estas organizaciones participantes fueron la Asociación Internacional de Universidades y la UNESCO que en particular auspició cinco conferencias regionales en América Latina y el Caribe (Cuba, 1996), África (Senegal, 1997), Europa (Italia, 1997), Asia y Pacífico (Japón, 1997) y Países Árabes (Líbano, 1998). En el mes de octubre de 1998, se llevó a cabo en París la Conferencia Mundial sobre Educación Superior identificándose problemas, tendencias y nuevos requerimientos deseables, dentro de los cuales se destacaron la necesidad de una educación:

De mejor calidad.

Más accesible y equitativa.

Más pertinente a las exigencias de la sociedad.

Centrada en los estudiantes.

Más sostenible desde los puntos de vista económico, pedagógico, social y político.

En ese mismo año, la UNESCO propuso un Plan de Acción para la transformación de la educación superior en América Latina y el Caribe, definiendo la forma en cómo las tecnologías de la información y comunicación podrían contribuir en la transición de un nuevo modelo de universidad. Entre otros aspectos el Plan señala la gestión académica de nuevas tecnologías de la información y comunicación como un punto medular, que de acuerdo a la autora Elena Borrego en el artículo Transformación de la Educación Superior en América Latina, esto significa: *"la necesidad de que los países de la región conozcan cómo pueden utilizar, generar y adaptar las tecnologías para mejorar la calidad, la pertinencia y el acceso a la educación superior, sin el riesgo de un desfase entre sectores sociales y países, en función de la capacidad para el manejo de esas tecnologías"* (2004 : 125).

Diversos autores (Dirr, Silvio, Salinas, entre otros) piensan que la digitalización de la información y el desarrollo de nuevas formas de comunicación, promovidas en gran parte por el avance de la ciencia y la tecnología, podrían poner en riesgo las universidades tradicionales. Una nueva sociedad basada en la información como insumo de competitividad y permanencia en el mercado, ha abierto posibilidades inimaginables décadas atrás. La educación según José Silvio en su artículo *¿Cómo Transformar la Educación Superior con la Tecnología Digital?*, está siendo conducida por tres grandes fuerzas: la social, la académica y el mercado. La fuerza conducida socialmente es la que ha caracterizado los procesos de democratización y universalización de la educación superior. La fuerza académica está orientada a satisfacer los problemas de las organizaciones científicas y académicas. Finalmente la fuerza del mercado ha querido sufragar las necesidades empresariales y corporativas. Esta última con una aparición reciente, cuyo objetivo principal se circunscribe en la actualización y renovación permanente de conocimientos, ha consolidado el surgimiento de "universidades corporativas" y "universidades empresariales", orientadas a atender las necesidades de la clase trabajadora profesional y de adecuarse a su realidad. Hoy en día la Universidad debe actualizar su misión y visión, hacia una formación permanente y de por vida. Los cambios suscitados por las tecnologías digitales lo exigen y las instituciones de enseñanza superior no lo pueden ignorar más.



El desarrollo de las tecnologías digitales con sus consecuentes cambios sociales y culturales, está transformando el contexto de las instituciones de enseñanza superior. A su vez, muchas universidades concientes del proceso y su irreversibilidad, han optado por adaptarse y valerse de las bondades brindadas. Según Jesús Salinas en el artículo *Educación Superior y Tecnología Digital*; "las TIC harán posible organizar la educación de forma diferente, esto puede conducir a nuevos modelos organizativos" (2004: 114). Juan de Pablos Pons en el artículo *La Formación Superior y el Reto de las Nuevas Tecnologías de la Información*, se muestra optimista frente al uso de las TIC en las universidades; "la incorporación de las nuevas tecnologías de la información a las actividades universitarias de formación, investigación y gestión es algo que solamente puede valorarse inicialmente como positivo, dadas las prestaciones y posibilidades de estas herramientas" (2004 : 121).

En el ámbito de la formación universitaria, la aparición de las nuevas tecnologías digitales está imponiendo a los docentes cambios pedagógicos y metodológicos muy radicales. Dentro de estos cambios la autora venezolana Carlota Pérez en el artículo *La Universidad en el Nuevo Paradigma para la Vida en la Sociedad del Conocimiento*, considera indispensable una transformación en el estilo pedagógico; hacia la búsqueda de la autogestión del conocimiento; *"esto coincide con el eterno ideal de enseñar a aprender, en la práctica supone organizar la enseñanza con base a prácticas que desarrollen la autonomía del educando, lo cual implica: entrenamiento para la autogestión, trabajo en equipos interdisciplinarios, la investigación y la solución de problemas y hábitos de análisis y valoración de alternativas"* (2002 : 2).

Si nos encontramos en una sociedad caracterizada por el acceso masivo y rápido a la información, no tiene sentido un aprendizaje memorístico de contenidos. Antonio Bartolomé en el artículo *Preparando para un Nuevo Modo de Conocer*, considera que hoy en día se accede a la información a través de la cultura del espectáculo, la participación y la interactividad. Para él, la utilización de sistemas multimedia<sup>2</sup> son un claro ejemplo del denominado Edutainment; una relación conceptual entre la educación y el entretenimiento. Bartolomé considera que la enseñanza debe ser activa, entretenida y divertida; *"¿por qué un alumno incapaz de trabajar diez minutos seguidos en una clase, se pasa horas y horas delante de un ordenador?; la clave debe buscarse en la satisfacción que ofrece la actividad"* (1996 : 11).

En este sentido, la utilización de software y en particular de material educativo computarizado<sup>3</sup> está adquiriendo una importancia preponderante en la transformación de los procesos pedagógicos que caracterizan la educación superior. Una transformación lenta pero incuestionable, que implica profundos cambios curriculares y administrativos, en el perfil de la antigua Universidad.

#### **4. Importancia de la Enseñanza de la Matemática para el Desarrollo del País**

La polémica que gira en torno de la enseñanza de la matemática en los centros educativos costarricenses, tanto de la educación general básica como de la educación superior, es sumamente compleja, se encuentra cargada de mitos culturales provenientes no solo de una cultura popular,

---

<sup>2</sup> Sistemas caracterizados por la integración de medios y por la interactividad o interacción entre sujeto máquina. Tienen ventajas didácticas en comparación con películas o presentaciones; los usuarios influyen en el comportamiento del programa.

<sup>3</sup> Definido por Jaime Sánchez Ilabaca como cualquier programa computacional cuyas características estructurales y funcionales le permiten servir de apoyo a la enseñanza y el aprendizaje.

sino también de una sistemática propia de los profesionales de la educación.

No es algo nuevo, ni en esta época ni en épocas anteriores, el trauma mitológico que por lo general se guarda hacia esta disciplina. El malestar popular hacia el estudio de la matemática, se hace sentir en los centros educativos. En ellos, los estudiantes muestran una apatía automática frente a los retos que les impone la rigurosidad y abstracción característica de esta ciencia.



Esta problemática exige un reto nacional, no solamente para los educadores, sino también para las familias costarricenses, quienes son las que se encargan de fortalecer o reprimir, el temor hacia el aprendizaje de los conocimientos matemáticos desde edades muy tempranas.

Es indispensable que en las instituciones educativas, se establezcan las condiciones óptimas para la enseñanza de una "matemática sana".

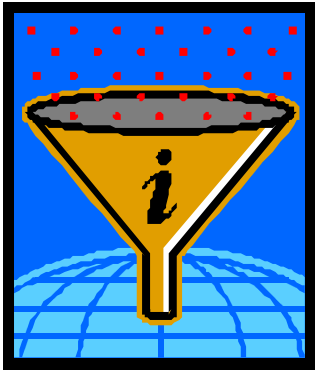
Una tendencia de nuestra sociedad costarricense, radica en responsabilizar a los profesionales de la educación por los fracasos del sistema educativo, lo cual en cierta medida es justificable, sin embargo, no es posible perder de vista las características socioculturales del tipo de estudiante que está ingresando a los centros educativos. Debido al gran deterioro que a sufrido la estructura familiar, muchos estudiantes se "educan" bajo una concepción de mediocridad y conformismo; acostumbrados a pretender que otros resuelvan sus problemas y no asumir con seriedad las responsabilidades personales. Este rasgo característico, se evidencia en las aulas institucionales; si se le exige al alumno que rinda gran parte de su potencial individual, los reclamos y disgustos no se hacen esperar, la dirección, los padres de familia y el estudiante, constituyen un jurado muy difícil de convencer.

En mi opinión, la lucha por mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la matemática es una realidad dentro de la formación universitaria de los nuevos profesionales encargados de realizar esta tarea, sin embargo, sus voluntades parecen mermarse por todos los factores y elementos que el sistema educativo implica en su práctica cotidiana. Desde este punto de vista, muy pocos docentes están comprometidos verdaderamente por inyectar un cambio necesario y suficiente en las distintas instituciones educativas en que laboran. Lo más paradójico de esta situación, es que para aquellos profesionales que asumen este importante reto, no solo se les impone una gran inversión de tiempo y

sacrificio personal, sino también llevar a cuevas las duras críticas de sus colegas o presiones burocráticas por parte de las rígidas normativas ministeriales.

La enseñanza de la matemática no debería desvirtuarse mediante adaptaciones al "pobrecito estudiante". Este círculo vicioso, atraído como consecuencia que ella por sus condiciones actuales, no esté contribuyendo de forma integral al desarrollo de las potencialidades de los alumnos y por ende del país.

Los estudiantes en



los centros educativos no aprenden matemática, aprenden algoritmos y algunas reglas sin sentido que con mucha facilidad olvidan en transcurso de semanas. Desde este punto de vista, la educación secundaria no está llenando las expectativas del tipo de ciudadano que el país requiere. Los estudiantes no adquieren aprendizajes duraderos, gracias a una exclusiva preocupación por aprobar los exámenes de cada curso. En mi experiencia como docente en la educación superior, he podido comprobar la pésima formación matemática que los estudiantes arrastran desde su educación secundaria. Bajo esta perspectiva, el Estado costarricense está invirtiendo muchos recursos tanto económicos como humanos; obteniendo resultados que reflejan una pérdida sustancial de las inversiones puestas en juego.

La matemática es una ciencia naturalmente formativa. Además de proporcionar conocimientos indispensables en nuestras sociedades tecnificadas y científicas, otorga toda una estructura de pensamiento constituida bajo el estandarte de la duda. El aspecto más importante de este *síndrome de la duda*, es su integración a la forma de vida cotidiana y los efectos intrínsecos que la acompañan, tales como: confianza, autoestima, criticidad y una modalidad de pensamiento fundamentada bajo los principios de la lógica matemática.

En la enseñanza de la matemática en particular, debe tenerse claro cuál es su fin, precisamente por esa falta de claridad en los docentes de secundaria y de la educación superior, se enseña con una tendencia memorística-reproductiva que aumenta más la frustración histórica hacia ella. Es natural entonces, que todo educador en esta área del saber, conozca los tres fines de su enseñanza: *el fin instrumental*, *el fin práctico* y *el fin formativo* (Toranzos, F., 1963). El fin instrumental, se refiere al papel imprescindible que la matemática juega dentro de la contextualización cognoscitiva de otras disciplinas, que sin su estudio

sería imposible poderlas abordar sistemáticamente. El fin práctico hace referencia a la utilidad práctica que los conocimientos matemáticos desempeñan en la vida cotidiana. Finalmente, el fin formativo reconoce en la matemática el medio óptimo, mediante el cual es posible desarrollar en el estudiante sus destrezas de pensamiento, además de favorecer ciertas actitudes, tales como: orden, aseo, precisión en el uso del lenguaje, entre otras.

Mi posición respecto al ¿para qué? de la enseñanza de la matemática, se inclina más por su fin formativo, sin embargo, independientemente del peso que cada docente le otorgue a los respectivos fines, lo importante es que éste no delegue su responsabilidad de concretar con qué finalidad realiza su enseñanza. Esto le permitirá definir adecuadamente objetivos dirigidos a un desarrollo claramente preestablecido.

Otro rasgo mitológico interesante, es la analogía matemática-inteligencia que parece no poderse separar. Se considera inteligente por lo general a la persona que presenta mayores habilidades de tipo lógico-matemáticas y como consecuencia de esta tendencia, los profesores y profesoras en los centros educativos suelen etiquetar a los estudiantes en función de estas destrezas. Es reconocible la enorme dificultad que implica no etiquetar a nuestros alumnos, sin embargo, hacerlo pone en riesgo no descubrir habilidades o destrezas en otros estudiantes parcialmente pasivos o indiferentes temporales. Siendo la educación un proceso continuo, no es posible suponer que de aquel alumno más difícil no pueda resultar el objetivo profundo y sistemático que se quería.

La matemática en sí misma, desempeña una tarea esencial en el desarrollo de cualquier país. Permite comprender los problemas del entorno y estructurar con solidez, proyectos de mejoramiento nacionales mediante modelos matemáticos que impulsan la evolución de la ciencia y la tecnología. Contribuye además, a formar mejores individuos, con esquemas mentales que optimizan su productividad y por ende su aporte en el desarrollo del país.



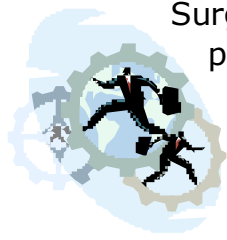
Considero que la enseñanza de la matemática, puede ser uno de los puntos medulares frente a la brecha existente entre los países del "norte" y los del "sur". Si el punto clave para ir ganándole terreno al desarrollo, consiste en ir mejorando la economía nacional, mediante políticas estructuradas con indicadores tales como: salud, educación, medio ambiente, entre otros, la tarea del sistema educativo se circunscribe en la formación de individuos que puedan asumir este reto, que tengan actitud hacia la resolución de problemas, que posean

estructuras de pensamiento capaces de conciliar variables en apariencia dicotómicas, que puedan tener la rigurosidad y exactitud en la toma de decisiones frente a las exigencias del actual mundo globalizado. Desde luego que para ello, los docentes y padres de familia deben formar un mismo cuerpo, que les permita vencer la gran cantidad de mitos que contaminan la enseñanza de una "matemática sana".

## **5. Desarrollo del Pensamiento Lógico Mediante la Enseñanza y el Aprendizaje de la Matemática**

Al escribir como título de este apartado "*el desarrollo del pensamiento lógico*", parto de dos premisas: en primer lugar de la opinión bastante generalizada de los docentes universitarios, con relación a los estudiantes de primer ingreso quienes parece ser, en su mayoría, no saben "*pensar*". Como un segundo punto estoy convencido que la enseñanza de la matemática puede contribuir decisivamente con el desarrollo de las habilidades del pensamiento y destrezas cognitivas, que fortalecen la capacidad de razonamiento, la disciplina mental y el rigor en la toma de decisiones, una percepción ratificada por diversos investigadores. Por ejemplo, Dieudonne (1961) citado por Meza al referirse a la finalidad que se persigue con la enseñanza de la matemática en los centros educativos, señala: "*ciertamente, no es la de hacerles conocer (a los estudiantes) una colección de teoremas más o menos ingeniosos sobre bisectrices de un triángulo o la sucesión de los números primos, de los que no harán ningún uso (a menos que se conviertan en matemáticos profesionales), sino la de enseñarles a ordenar y a encadenar sus pensamientos con arreglo al método que emplean los matemáticos, y porque se reconoce que este ejercicio desarrolla la claridad del espíritu y el rigor del juicio. El objeto de esta enseñanza debe ser, por tanto, el método matemático, y las materias de enseñanza no serán más que ilustraciones bien elegidas del mismo*".

Me parece importante antes de continuar con esta exposición, salir de la ambigüedad causada al utilizar el término "*pensamiento lógico*". Según Bonilla el pensamiento es: "*la capacidad y ejercicio de la actividad intelectual o cognoscitiva, hace referencia no solo a las operaciones lógicas del razonar, sino que incluye todas las funciones lógicas, epistemológicas y psicológicas de la mente humana*" (1999 : 240). Esta misma autora refiriéndose al concepto de lógica, señala: "*la lógica se ocupa de las formas que utiliza nuestra razón para la organización de los conocimientos que obtenemos en nuestro contacto con el mundo*". Es decir, el "*pensamiento lógico*" es la capacidad y ejercicio de la actividad cognoscitiva, para organizar los conocimientos que se obtienen del mundo exterior.



Surge entonces la interrogante ¿cómo podemos enseñar a pensar lógicamente a nuestros alumnos?, ciertamente nadie puede pensar por otro, de tal forma que la actividad del pensamiento es una actividad individual. Nuestra labor como docentes en este contexto, se supedita a *provocar* en los estudiantes el desarrollo de procesos lógicos de pensamiento. Lo anterior desde luego, requiere la supervisión de un educador hábil y competente, que posibilite la creación de un ambiente de aprendizaje de índole heurístico, dándole la libertad al alumno de descubrir por sí mismo lo que se le quiere enseñar.

Definir la forma en cómo se debe enseñar matemática para estimular en los estudiantes la investigación, el razonamiento, la exploración, la verificación de resultados, el análisis, la síntesis y el poder de generalización y abstracción, no es una tarea sencilla, implica la selección de metodologías y estrategias didácticas que favorezcan el desarrollo de las capacidades para la resolución de problemas. Anderson, Sweeney y Williams (1993) citados por Meza, definan la resolución de problemas como el proceso de identificar una diferencia entre algún estado de cosas actual y uno deseado, y emprender después una acción para eliminar la diferencia. Estos mismos autores, indican que el proceso de resolución requiere la aplicación de los siguientes pasos:

1. Identificar y definir el problema
2. Determinar el conjunto de soluciones en alternativa
3. Determinar el criterio o criterios que se utilizarán para evaluar las opciones
4. Evaluar tales opciones
5. Elegir una de ellas
6. Implantar la opción o alternativa seleccionada
7. Evaluar los resultados y determinar si se ha obtenido una solución satisfactoria

También Paniagua (1999 : 185) define la resolución de problemas como: "*un proceso que permea la totalidad de los programas de estudio y provee el contexto en el cual los conceptos son aprendidos y desarrolladas las destrezas matemáticas*". Esta autora considera que el proceso de resolución de un problema implica cuatro etapas: entender el problema, planear su solución, resolver el problema y replantear su solución.

La matemática puede favorecer el desarrollo del pensamiento y la toma de decisiones, lo anterior se logrará en la medida en que los estudiantes aprendan a justificar sus propios pensamientos y aprendan a confiar en su habilidad para hacer, interpretar y comunicar resultados matemáticos.

¿Cuál es el rol entonces, que deben asumir las nuevas tecnologías de la información y la comunicación para favorecer el desarrollo del pensamiento lógico?, como se explicará en el siguiente apartado, la aparición de estas tecnologías ha abierto una gama de posibilidades inimaginables décadas atrás, para transformar los métodos de enseñanza tradicionales por otros donde impera la participación activa del estudiante y la guía del educador como un facilitador y no un transmisor de conocimientos.

## **6. Tecnologías de la Información y la Comunicación para la Enseñanza y el Aprendizaje de la Matemática**

### **6.1 Materiales Educativos Computarizados**

Galvis (1992) define material educativo computarizado (MEC) como: *"un ambiente informático que permite que la clase de aprendiz para el que se preparó viva el tipo de experiencias educativas que se consideran deseables para él frente a una necesidad educativa dada"*. Un MEC se diferencia de un software educativo pues su campo de aplicación es más restringido. Un software educativo se ocupa de un dominio de utilización amplio, puede tener varios grados de especificidad o generalidad, para Galvis simplemente es un programa que cumple una tarea educativa relacionada con la enseñanza o no, de esta forma un software que administre procesos educacionales se considera educativo.

Los materiales educativos computarizados están adquiriendo cada vez más importancia en los procesos de la enseñanza y el aprendizaje de la matemática asistida por computadora. En la siguiente sección se aborda este tema a la luz de algunos investigadores en esta área disciplinaria, tanto nacionales como internacionales.

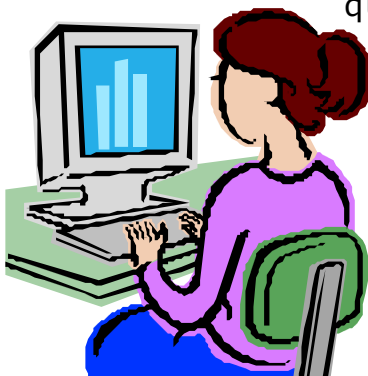
#### **6.1.1 Importancia de los Materiales Educativos Computarizados para la Enseñanza y el Aprendizaje de la Matemática**

Los procesos educativos que caracterizan la enseñanza de la matemática en la mayoría de las instituciones de educación superior en Costa Rica, se fundamentan en una metodología tradicional, donde el docente asume el rol protagónico de transmisor de información y el

estudiante un papel receptor-reproductivo. Un proyecto de investigación realizado por el Dr. Luis Gerardo Meza Cascante y el M.Ed. Fabio Hernández Díaz titulado: *Enseñanza de la matemática en el ITCR; patrones de interacción en el aula*, pretendió investigar las dimensiones culturales en aulas universitarias en las que se desarrollaron procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática apoyados con software, la investigación arrojó dentro de una de sus conclusiones el predominio de las lecciones magistrales en combinación con el método interrogativo. Meza y Hernández lograron comprobar cómo el trabajo de aula es complementado casi exclusivamente, con prácticas adicionales que el estudiante asume por su cuenta. Los investigadores señalan (2000 : 85): *"los procesos que ordinariamente se desarrollan en la enseñanza de la matemática, se caracterizan por: clases magistrales, presentación secuencial de los contenidos, prácticas adicionales, trabajo individualizado como norma general y comunicación entre las y los estudiantes escasa"*.

Hoy en día la tendencia impuesta por los avances científico-tecnológicos, demanda un cambio en los procesos de la enseñanza y el aprendizaje, una transformación hacia la búsqueda de nuevos métodos y estrategias didácticas, aprovechando todas las potencialidades brindadas por las tecnologías de la información y la comunicación. Comparto con Meza (2000) el criterio acrítico y tecnofílico que asumen los vendedores de equipo y software, y algunos políticos quienes están interesados en exagerar los beneficios que a corto o mediano plazo podrían obtenerse al utilizar las computadoras en el aula. Lo cierto es, que ella constituye simplemente un recurso más; Meza (2000) a este respecto plantea: *"la tarea fundamental del docente es planificar, desarrollar y evaluar procesos de enseñanza y aprendizaje, la computadora juega en este contexto, el papel exclusivo de instrumento de apoyo"*.

Vivimos en una nueva sociedad caracterizada por la imagen y la interacción, por el espectáculo y la conectividad, los cambios culturales atribuidos a la computadora alcanzan todas las esferas; la social, la económica y desde luego la educativa. Hoy en día existe la creencia de



que las nuevas generaciones parecen tener una aceptación casi inmediata, instintiva hacia el uso de los recursos tecnológicos, algunos autores piensan que esto no es del todo cierto; Badilla (1998) citado por Meza expone el error de suponer que a todos los jóvenes les gusta sentarse frente a una computadora; éste investigador detectó problemas de desinterés, asistencia y disciplina en algunos muchachos y

muchachas que formaron parte de un estudio, realizado en la enseñanza secundaria. También otros autores han cuestionado el mito de que la incorporación de la computadora en los procesos de la enseñanza y el aprendizaje lleva implícito un efecto positivo. Galvis (1992) enfatiza la necesidad de sacarle el provecho adecuado a las computadoras, para lograr un verdadero enriquecimiento de la labor educativa; *"si la informática ha de tener un papel importante en el enriquecimiento de la labor educativa, es indispensable tener claro qué tipo de educación deseamos impulsar y cómo se puede favorecer tal enfoque educativo"* (1992 : 6). Lo anterior significa que el uso de materiales educativos computarizados en el salón de clase, no puede tener un fin en sí mismo, es necesario analizar su impacto y los beneficios que se obtendrán en términos de objetivos de aprendizaje.

Meza, Garita y Villalobos (2001) proponen que los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática asistida por computadora, deben basarse en los siguientes principios:

El uso de la computadora en el proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática debe enmarcarse un planteamiento educativo.

La computadora debe incorporarse en el proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática sólo cuando se más eficaz o más eficiente que otros medios.

La incorporación de la computadora en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática permite aumentar la eficiencia y eficacia de algunas estrategias que el docente utilizaba antes de incorporar la computadora.

El empleo de la computadora en el proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática permite diseñar algunas estrategias didácticas que no es posible desarrollar con otros medios.

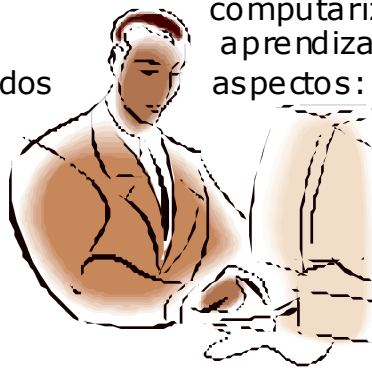
En este último punto, radica uno de los factores más importantes que justifican la necesidad de utilizar materiales educativos computarizados para la enseñanza de la matemática. La existencia de ambientes matemáticos apoyados con tecnología, de acuerdo a Kolman (1980) favorece la motivación y la curiosidad intelectual del estudiante.

Uno de los problemas fundamentales en la enseñanza de la matemática, consiste en el aprendizaje de conceptos que presentan en sí mismos serias dificultades de comprensión. José María Arias (s.a.) presidente de la Asociación Logo Madrid citando a Papert señala: *"como profesor de matemática (Papert) presenta una gran preocupación por el fracaso escolar en matemática, lo que él llama matemafobia, dice que se podría transformar en matemalandia, si los materiales y los medios lo*

*permitieran*". Es natural encontrarse con teorías matemáticas muy abstractas, difíciles de interiorizar si se le enseñan al estudiante de una manera exclusivamente magistral. En el campo del álgebra lineal esto parece ocurrir, temas como espacios vectoriales y aplicaciones lineales generalmente son etiquetados por el estudiante como difíciles y poco significativos, cuando en realidad tienen una trascendencia vital dentro de su formación académica en ingeniería o matemática.

Si la enseñanza de la matemática lleva implícita serios problemas cognoscitivos y muchos docentes no conocen nuevas formas de comunicación para cambiar sistemáticamente sus métodos tradicionales, ¿cuál debería ser el aporte de la utilización de materiales educativos

computarizados en los procesos de la enseñanza y el aprendizaje?, la respuesta a esta pregunta se enmarca en dos aspectos: primero me parece indispensable aprovechar



todas las capacidades gráficas, de cálculo simbólico, de almacenamiento y velocidad del computador, diseñando situaciones de aprendizaje que le permitan al estudiante explorar, descubrir y conjeturar. Según Calderon; *"la computadora permite el uso de representaciones simbólicas, el acceso a representaciones numéricas y visuales dinámicas, y puede ser utilizada como un medio de exploración donde los alumnos pueden expresar ideas"* (1999 : 55). Harel y Kolman (1991) citados por Calderon plantean: *"se enfatiza la importancia de las representaciones en el proceso de aprendizaje, el proceso de construcción de significados involucra el uso de representaciones y el aprendizaje de un concepto puede ser facilitado cuando hay más oportunidades de construir e interactuar con representaciones externas del concepto"*.

En segundo lugar, la utilización de materiales educativos computarizados, se puede también circunscribir en la formación y capacitación de la población docente. Para Hernández y Rodríguez (1999) profesoras de matemática de la Facultad de Ingeniería Mecánica del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba; *"los problemas de la educación, y en particular, de la enseñanza de la matemática demandan una elevada preparación científica de los profesionales que participan en el proceso docente-educativo de esta disciplina, este objetivo solo se puede lograr si se introducen métodos y medios que propicien una efectiva superación y calificación técnica y profesional del personal docente"* (1999 : 248). Lo anterior propone la necesidad de involucrar a los profesores universitarios en un cambio curricular, fortaleciendo su alfabetización informática y pedagógica.

Con relación al desarrollo de materiales educativos computarizados, en la siguiente sección se explica un ciclo de desarrollo propuesto por una de las mayores autoridades en este campo; Alvaro Galvis Panqueva.

### 6.1.2 Desarrollo de Materiales Educativos Computarizados

La bibliografía tanto a nivel nacional como internacional disponible, que trata el tema de desarrollo de materiales educativos computarizados es muy escasa. Las bibliotecas centrales de la Universidad de Costa Rica, la Universidad Nacional y el Instituto Tecnológico de Costa Rica no cuentan con una amplia variedad de títulos y autores que aborden directamente el tema. El libro más importante en esta materia se denomina *Ingeniería de Software Educativo* y su autor es Alvaro Galvis Panqueva investigador de la Universidad de los Andes Santafé de Bogotá, Colombia. Galvis en este texto de una manera sistemática, describe un modelo para el diseño de materiales educativos computarizados, que denominó "ciclo de desarrollo de software".

El ciclo de desarrollo de software propuesto por Galvis se representa en la siguiente figura<sup>4</sup>:

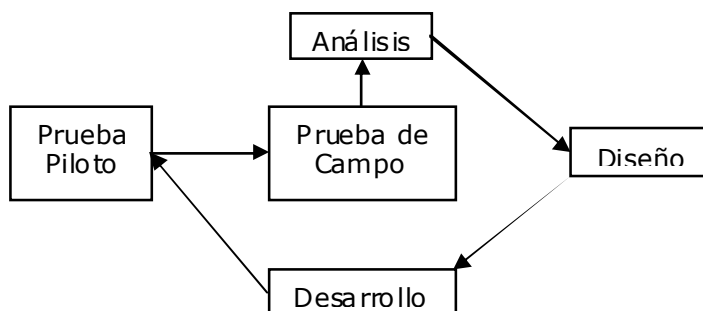


Figura 1: Ciclo de Desarrollo de Software Educativo

#### 6.1.2.1 Análisis

La etapa de análisis consiste en definir con claridad los problemas educativos que se necesitan solucionar o mejorar, para ello es indispensable consultar las fuentes directamente ligadas al problema. Una buena fuente será aquella que permita vislumbrar retos o debilidades para lograr los objetivos de aprendizaje en un ambiente de

---

<sup>4</sup> Fuente: libro *Ingeniería de Software Educativo* de Alvaro Galvis, página 70.

enseñanza específico. Algunas de estas posibles fuentes son: los profesores, los alumnos, los registros académicos (que consignan cuantitativamente las materias en donde se presentan mayores dificultades), los programas de estudio, entre otras.

Ante los problemas detectados es fundamental conocer su origen y qué aspectos podrían contribuir a su solución, dando cabida a un análisis de alternativas tales como capacitar profesores, conseguir medios y tomar decisiones (considerando costos y beneficios). En este sentido la observación del entorno del MEC es primordial, teniendo en cuenta el tipo de necesidad educativa que trata de ayudar a subsanar. Galvis propone una serie de variables denominadas *variables del entorno*, que pueden ayudar al gestor del material a llevar a un buen término este proceso. Algunas de ellas son: la población objetivo, el área de contenido, documentación del MEC y el medio de transferencia.

Ante una alternativa o conjunto de alternativas de solución, se hace imprescindible definir el rol de la computadora y el tipo de MEC que conviene usar: un sistema tutorial (que enfatiza en un conocimiento reproductivo, más que productivo), un sistema de ejercitación y práctica (para afianzar conocimientos), un simulador (para llegar al conocimiento por exploración), un juego educativo, un sistema experto (cuando lo que se quiere aprender es lo que sabe un experto), un tutor inteligente (cuando se desea que el MEC asuma adaptativamente la función de orientación y apoyo al aprendiz). Con el tipo de MEC seleccionado se inicia la etapa de diseño.

### **6.1.2.2 Diseño**

El diseño de un MEC está en función directa de los resultados de la etapa de análisis y se divide básicamente en tres clases: el diseño educativo, el diseño de comunicación y el diseño computacional.

#### **6.1.2.2.1 Diseño Educativo**

Resuelve las interrogantes que se refieren al alcance, contenido y tratamiento que debe ser capaz de resolver el MEC. En esta etapa se procura responder las siguientes preguntas: ¿qué aprender con apoyo del MEC?, ¿en qué ambiente aprenderlo?, ¿cómo motivar y mantener motivados a los usuarios del MEC? y ¿cómo saber que el aprendizaje se está logrando?.

Algunas *variables educativas* mencionadas por Galvis son: objetivo terminal (lo que se desea que se aprenda con el uso del material), aprendizajes prerrequeridos, contenidos y subobjetivos, adquisición de

conocimientos, sistema de motivación, sistema de refuerzo y situaciones de evaluación.

#### **6.1.2.2.2 Diseño de Comunicación**

La zona de comunicación es la que maneja la interacción entre el usuario y el programa, es decir, la interfaz. En su diseño se especifica los dispositivos y eventos que comunicarán al programa las decisiones del usuario y su respuesta. En esta etapa se responden las preguntas: ¿qué dispositivos de entrada y salida conviene poner a disposición del usuario para que se intercomunique con el MEC?, ¿qué zonas de comunicación entre el usuario y programa conviene poner a disposición en y alrededor del micromundo seleccionado?, ¿qué características debe tener cada una de las zonas de comunicación? y ¿cómo verificar que la interfaz satisface los requisitos mínimos deseables?.

Algunas *variables de comunicación* a considerar son: dispositivos de entrada, dispositivos de salida, interfaz de entrada e interfaz de salida.

#### **6.1.2.2.3 Diseño Computacional**

Se refiere a la estructura lógica que comandará la interacción entre el usuario y el programa, dicha estructura deberá ser la base para formular el programa principal y cada uno de los procedimientos que requiere el MEC. El diseño computacional responde a: ¿qué funciones se requiere que cumpla el MEC para cada uno de los tipos de usuario?, para el módulo del profesor y para el módulo del estudiante; ¿qué estructura lógica comandará la acción y qué papel cumplen cada uno de sus componentes?, ¿qué estructuras lógicas subyacen a cada uno de los componentes de la estructura principal? y ¿qué estructuras de datos, en memoria principal, y en memoria secundaria, se necesitan para que funcione el MEC?.

Algunas *variables de computación* son las siguientes: funciones de apoyo al alumno, estructura lógica del módulo del estudiante, funciones de apoyo al profesor, estructura lógica del módulo del profesor, ayuda y archivos de datos.

#### **6.1.2.3 Desarrollo**

Después de un diseño debidamente documentado es posible llevar a cabo su implementación. Galvis propone que dependiendo de los recursos humanos y computacionales con que se cuente para el

desarrollo, éste se puede efectuar siguiendo una de las siguientes estrategias, o la combinación de ambas:

Si se cuenta con un grupo interdisciplinario, el desarrollo recaerá sobre el especialista en informática, pero contará con los demás miembros del grupo (educadores, diseñadores gráficos, entre otros) para consultar sobre la calidad de lo que se va haciendo.

Cuando no hay un especialista en informática cabe considerarse dos alternativas: contratar la programación del diseño a un especialista en informática externo, o bien, intentar que los miembros del equipo se animen, aprendan a usar un lenguaje de programación de modo que ellos mismos elaboren el programa.

Galvis señala que independientemente de la estrategia que se utilice es fundamental que al desarrollador se le exija programar en forma estructurada y legible, así como documentar su trabajo, lo anterior permitirá adecuar el material a necesidades futuras. La documentación es de diferente índole:

Dentro del programa, dando nombre significativo a los procedimientos.

Un manual de usuario.

Un manual para mantenimiento: el contexto y descripción general del programa, el sistema computarizado y librerías que se requieren para ajustarlo y ponerlo en operación, la estructura global del programa, la definición de variables, constantes, estructuras de datos y macroalgoritmos o estructura lógica.

#### **6.1.2.4 Prueba Piloto**

Con la prueba piloto se pretende ayudar a la depuración del MEC. Requiere preparación, administración y análisis de resultados en función de buscar evidencia para saber si el MEC está o no cumpliendo con la misión para la que fue desarrollado.

La prueba piloto incluye selección de la muestra, el diseño y prueba de los instrumentos de recolección de información y el entrenamiento de quienes van a administrar la prueba del material. Es necesario definir las condiciones de realización y su metodología.

Una forma de desarrollar la prueba piloto consiste en dejar a los usuarios interactuar con el material a su gusto, disponiendo del tiempo que requieran hasta que crean dominar los objetivos, posteriormente se

les aplica una prueba para establecer cuanto aprendieron y en qué aspectos están fallando.

#### **6.1.2.5 Prueba de Campo**

La prueba de campo es mucho más general que la prueba piloto, consiste en determinar en la realidad, si aquello probado a nivel experimental sigue funcionando. Al igual que una prueba piloto la prueba de campo requiere: definir las condiciones necesarias para su aplicación, utilización del MEC por parte de la población objetivo (toda de ser posible) y, obtención y análisis de resultados.

Los resultados obtenidos se utilizan para la toma de decisiones sobre el MEC, pudiendo confirmarse si tal como está vale la pena, si requiere ajustes o se debe desechar.

### **6.2 Plataformas de Educación Virtual**

#### **6.2.1 E-learning**

El e-learning es la utilización de Internet para revolucionar la manera mediante la cual la gente aprende. Es el nuevo concepto educativo que integra el uso de la tecnología y elementos didácticos, para lograr el diseño y evolución de cursos de capacitación y educación a distancia. La definición del término "e-learning" hace referencia, por una parte, al uso de tecnologías de Internet (e), y por otra, a una metodología de transmisión de conocimientos y desarrollo de habilidades centrada en el sujeto que aprende (learning), y no en el profesor que enseña (training).

E-learning engloba el desarrollo de cursos de educación y capacitación vía Internet, Intranet y CD-ROM con contenidos diversos, de acuerdo a los requerimientos específicos de cada individuo y cada organización.

El e-learning reemplaza las limitaciones de los salones de clases comunes facilitándose así una educación continua la cual hoy día forma parte rutinaria de la vida. Implica la enseñanza a distancia caracterizada por una separación física entre profesorado y alumnado -sin excluir encuentros físicos puntuales-, entre los que predomina una comunicación de doble vía asíncrona donde se usa preferentemente Internet como medio de comunicación y de distribución del conocimiento, de tal manera que el alumno es el centro de una formación independiente y



flexible, al tener que gestionar su propio aprendizaje, generalmente con ayuda de tutores externos.

Aunque el término más utilizado es e-learning, existen otros términos que significan prácticamente lo mismo: formación on-line, educación virtual, teleformación, etc. En el ámbito universitario, el e-learning está asociado al concepto de "*campus virtual*", este puede ser definido como "*una red que utiliza una tecnología digital como medio de conexión entre todos los miembros y servicios de una comunidad universitaria*". En la mayor parte de los casos, pero no en todos, la principal tecnología utilizada es la telemática, es decir, una mezcla de informática y de telecomunicaciones, y por esta razón se acostumbra considerar que un campus virtual es un caso particular de una intranet educativa.

### **6.2.2 Entornos Virtuales de Aprendizaje**

Un entorno virtual de enseñanza/aprendizaje es una aplicación informática diseñada para facilitar la comunicación pedagógica entre los participantes en un proceso educativo, sea éste completamente a distancia, presencial, o de una naturaleza mixta que combine ambas modalidades en diversas proporciones. Sirve para distribuir materiales educativos en formato digital (textos, imágenes, audio, simulaciones, juegos, etc.) y acceder a ellos, para realizar debates y discusiones en línea sobre aspectos del programa del curso, para integrar contenidos relevantes de la red o para posibilitar la participación de expertos o profesionales externos en los debates o charlas.

Alvarez Roger (2002) afirma que: "*la educación virtual enmarca la utilización de las nuevas tecnologías, hacia el desarrollo de metodologías y alternativas para el aprendizaje de alumnos de poblaciones que están limitadas por su ubicación geográfica, la calidad de docencia y el tiempo disponible*".



Los principios de la educación virtual con los que se debe fundamentar la enseñanza son:

Interactividad: los usuarios pueden adoptar un papel activo en relación al ritmo de su aprendizaje.

Multimedia: se incorpora textos, imágenes fijas, animaciones, videos, sonidos.

Innovación: permite una actualización de los contenidos y las actividades de forma permanente, algo que los libros de textos no poseen.

Medios sincrónicos y asincrónicos: los alumnos pueden participar en las tareas y actividades en el mismo momento independientemente y en cualquier lugar (sincrónico). O bien, la realización del trabajo y estudio individual en el tiempo particular de cada alumno (asincrónico).

Accesibilidad: no existen limitaciones geográficas ya que utiliza todas las potencialidades de la red Internet, de manera que los mercados de formación son abiertos.

Seguimiento: permite el control del trabajo y actividad de los alumnos.

Comunicación horizontal: entre los alumnos, ya que la colaboración y el trabajo en equipo, son parte de las técnicas de formación.

En un entorno virtual de aprendizaje se combinan distintos tipos de herramientas, algunas de ellas son:

Herramientas de comunicación sincrónica (chat) y asíncrona (foros).

Herramientas para la gestión de los materiales de aprendizaje.

Herramientas para la gestión de las personas participantes, incluidos sistemas de seguimiento y evaluación del progreso de los estudiantes.

La adopción de un entorno virtual de aprendizaje no garantiza la mejora de la calidad de la enseñanza, ya que además de la incorporación de adecuados recursos tecnológicos, deben añadirse planes de desarrollo profesional en estrategias didácticas y tecnologías de información, medidas de apoyo a la innovación educativa y a la generalización de buenas prácticas, estímulos a la producción y distribución de materiales formativos de calidad, planes para promover el aumento de la calidad de la comunicación entre profesores y estudiantes en la función tutorial, entre otros aspectos. Por tanto, hay que enmarcar esta iniciativa tecnológica en un proyecto global que tenga en cuenta la totalidad de los factores organizativos, personales y materiales, y en el que participen coordinadamente todas las instancias de la institución con responsabilidades en dichas áreas.

### **6.2.3 Plataformas**

Las tecnologías informáticas que se utilizan en los procesos de la enseñanza y el aprendizaje e-learning, se denominan *plataformas*. Estas son aquellas herramientas que combinan hardware y software para

ofrecer todas las prestaciones necesarias para la formación basada en la Red.

La enseñanza virtual se lleva a cabo a través de estas plataformas, las cuales no son otra cosa que un paquete integrado de software alojado en un servidor al cual se accede desde los navegadores de Internet convencionales, sin que el usuario deba instalar en su ordenador ningún programa, y que incluyen todas las herramientas necesarias para ofrecer cursos a través de Internet o de una Intranet.

Es un hecho que cada vez más las empresas y las instituciones educativas, están implementando su propia plataforma virtual, adecuándola a sus necesidades concretas. En ocasiones se basan en plataformas existentes en el mercado tales como: Learning Space, Microc@mpus, Moodle y Blackboard.

En relación con los estándares de desarrollo de plataformas y contenidos, hoy por hoy no hay ninguno definitivamente establecido. Sí existen especificaciones de diferentes organizaciones que están trabajando por definir unos estándares para asegurar la interoperabilidad de los distintos sistemas, y la reusabilidad de los contenidos en distintas plataformas de e-learning. Estas especificaciones no dejan de ser recomendaciones, que por el momento la industria trata de seguir. Entre ellas cabe citar las siguientes:

AICC (Aviation Industry Computer Based Training Committee)  
LTSC (Learning Technology Standards Committee) del IEEE: Norma ISO  
IMS (Instructional Management System Global Learning Consortium): lenguaje XML  
ADL (Advanced Distributed Learning): modelo SCORM Microsoft: LRN

#### **6.2.4 Papel del Profesor Virtual**

Josep María Bricall, Rector de la Universidad de Barcelona, afirma: *"la introducción de las nuevas tecnologías en la educación no supone la desaparición del profesor, aunque obliga a establecer un nuevo equilibrio en sus funciones"* (2004).

Sandra Asencio (2003), sistematiza las características de un educador virtual de la siguiente manera:

Debe ser una persona interesada en las posibilidades de las nuevas tecnologías.

Con voluntad de aprendizaje, reciclaje, superación continua y con ganas de enseñar.

Capaz de plantear nuevas formas de enseñar en la interacción del conocimiento.

Debe ofrecer mayor tiempo para reflexionar y las clases virtuales deberán ser concretas y eficaces.

No enfatiza en el papel de emisor, sino de tutor en el proceso de enseñanza.

Se dedica a orientar y enseñar de modo personalizado.

Se ajusta al ritmo de aprendizaje de cada estudiante.

Se actualiza y cambia constantemente el contenido y los materiales.

Transforma los libros, apuntes, revistas a un formato de red digital.

Aprovecha al máximo las posibilidades de la red (foros, e-mail, bibliotecas virtuales, videoconferencias, etc.).

Tiene proyecciones y actualización de conocimientos continuos y permanentes.

Una visión de futuro ha de centrarse en garantizar la accesibilidad a la formación de todas las personas, velar por la estructuración de modelos formativos innovadores que se adecuen a la manera de aprender y a las necesidades de los estudiantes actuales. Bajo esta perspectiva, las plataformas de aprendizaje virtual se enmarcan en este nuevo concepto de Universidad, tratando de aprovechar todas las potencialidades brindadas por la red de redes Internet en el campo educativo.



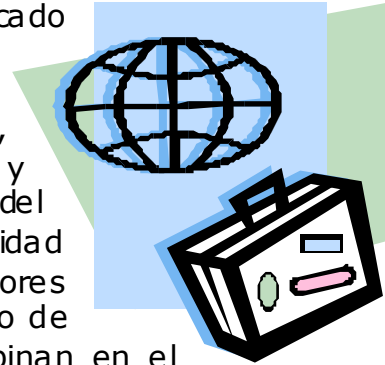
## **7. Matemática Asistida por Computadora en la Educación Superior**

La utilización de materiales educativos computarizados y plataformas virtuales como un recurso para apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática, se ha convertido en una necesidad y constituye una respuesta a la problemática que gira en torno de la comprensión cognoscitiva de conceptos y nociones matemáticas en los salones de clase.

Las razones de esta crisis obedece a diversos factores; a este respecto el actual director de la Escuela de Matemática del Instituto Tecnológico de Costa Rica M.Sc. Alcides Astorga plantea en el artículo Enseñanza de la matemática asistida por computadora experiencia en el Instituto

Tecnológico de Costa Rica: *"para muchos estudiosos el problema radica en que los métodos de enseñanza son obsoletos, lo cual hace que el proceso pedagógico sea aburrido y poco estimulante"* (1999 : 198).

La evolución tecnológica en las últimas décadas, está dotando tanto a profesores como a estudiantes, de nuevas herramientas que enriquecen con su uso sistemático y adecuado, a los procesos pedagógicos. Como resultado de estos cambios, muchos investigadores y docentes a nivel universitario, han realizado estudios y publicado libros relacionados con la utilidad de diversos programas específicos para la enseñanza de la matemática dirigida a estudiantes de ingeniería, enseñanza de la matemática, matemática pura y aplicada. El profesor José Cuevas del Departamento de Ciencias de de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas y los profesores Manuel Álvarez e Iván Valido del Departamento de Matemática de ISPJAE en la Habana Cuba, opinan en el artículo Curso de ecuaciones diferenciales asistido por computadora en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, lo siguiente: *"las transformaciones en la esfera científico técnica que la humanidad ha experimentado en las últimas décadas constituyen un reto para la pedagogía de las matemáticas en el nivel universitario, se imponen transformaciones en los métodos y medios de enseñanza que tradicionalmente se han venido empleando ... la computadora se ha insertado al proceso de enseñanza y aprendizaje para enriquecerlo, su uso adecuado incrementará la eficiencia y calidad del mismo"* (1999 : 271).



Desde esta perspectiva, se identifica una necesidad de cambio con relación a las metodologías que tradicionalmente han caracterizado la enseñanza de la matemática en las instituciones de enseñanza superior. La matemática asistida por computadora se basa fundamentalmente en sesiones de aprendizaje que utilizan el método del laboratorio, complementado con el trabajo de equipo, en un ambiente de aprendizaje caracterizado por la exploración, el descubrimiento, el planteamiento de conjeturas y la comprobación de resultados.

Los programas computacionales más utilizados con estos fines pedagógicos, son el *Matlab*, el *Derive* y *Mathematica*. Estos paquetes son de gran utilidad para explicar al estudiante diversos conceptos relacionados con distintas áreas disciplinarias, tales como: matemática elemental, cálculo diferencial e integral, álgebra lineal, ecuaciones diferenciales, métodos numéricos, entre otras.

Las experiencias en diversas universidades tanto a nivel nacional como internacional con relación al uso de estos u otros paquetes, han sido muy diversas, por ejemplo entre los años 1992 y 1997 la Fundación Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, en coordinación con la Universidad de Massachussets Dartmouth, auspició un proyecto de investigación denominado "ATLAS (*Augment the Teaching of Linear Algebra through the use of Software Tools*)", el proyecto consistió en la realización de una serie de talleres en trece distintas regiones en los Estados Unidos, que involucraron a 450 facultades de distintas universidades. Durante los talleres los participantes diseñaron ejercicios y proyectos para computadora relacionados con un curso de Álgebra Lineal. Producto de este trabajo colectivo resultó el libro *ATLAS Computer Exercises for Linear Algebra*.



En la Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra en Bolivia, la profesora Ma. Isabel Bueno realizó una propuesta metodológica para la enseñanza del álgebra lineal con *Matlab*, dirigida a estudiantes de carreras en el área empresarial, dentro de los resultados obtenidos se concluyeron los siguientes aspectos (1999 : 69):

El 100% de los estudiantes opinó que el uso de la computadora le ayudó a mejorar su motivación por la materia.

El 100% de los estudiantes recomendó que se siga empleando la metodología en los siguientes semestres.

El 83% estimó que el uso de la computadora hizo más divertida la materia.

El 67% estimó que le ayudó a aprender mejor los conceptos.

El 83% opinó que el uso de la computadora le ayudó a no abandonar la materia.

El 100% indicó que el uso de la computadora le ayudó a resolver problemas de un modo más eficiente.

En la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas se diseñó un curso de Ecuaciones Diferenciales básico asistido por computadora, utilizando como apoyo el programa *Derive*. El proyecto consistió en incorporar al curso mediante el software; el desarrollo de habilidades de realización y cálculo de determinadas operaciones mediante el empleo de *Derive*.

En el año 2001 los autores E. Checa y A. Márquez publicaron el libro *Álgebra lineal numérica: teoría y prácticas con Mathematica* donde presentan un material de apoyo combinando la teoría con problemas resueltos con software matemático; en particular *Mathematica*. Uno de

los objetivos de aprendizaje del libro es que el estudiante sepa tratar y resolver los problemas que se le plantean desarrollando algoritmos y programas que le lleven a la obtención de resultados numéricos. También se busca que los estudiantes sepan combinar algoritmos y programas que no son propios con otros originales.

El software *Mathematica* es una herramienta informática muy poderosa, y una excelente opción para implementar laboratorios de matemática asistida por computadora, en muy diversas áreas. El profesor M.Sc. Juan Felix Ávila Herrera de la Escuela de Informática de la Universidad Nacional, opina a este respecto en su artículo Conjeturas con *Mathematica*, lo siguiente:



*"desde 1988 Mathematica se convirtió en uno de los mejores (probablemente el mejor) ambiente completamente integrado para realizar computación técnica, marcando un hito en esta área. Una de las grandes ventajas de Mathematica estriba en la integración de tareas específicas como análisis numérico, álgebra lineal y graficación mediante un lenguaje simbólico de fácil manipulación. Mathematica ha servido también de plataforma para el desarrollo de software educativo en muchos cursos en primaria, secundaria y universidad".*

El profesor Carlos Arce de la Escuela de Matemática de la Universidad de Costa Rica, ha trabajado desde la década del 90 con el software *Mathematica* para impartir los cursos MA0429: Matemática para Computación IV y MA0275: Álgebra Lineal. Como resultado de este trabajo publicó el libro *Álgebra Lineal* mediante la Editorial de la Universidad de Costa Rica junto a sus colegas William Castillo y Jorge González. El libro expone la teoría y los ejercicios de un primer curso en esta área de conocimiento y han complementado su uso mediante una serie de prácticas con ejercicios resueltos utilizando *Mathematica*, publicados en la dirección electrónica: <http://maltsev.emate.ucr.ac.cr/~carce/>.

La Escuela de Matemática del Instituto Tecnológico de Costa Rica ha desarrollado una serie de cursos virtuales, donde destaca en particular el curso de Cálculo Superior. Como resultado de este proceso se ha diseñado una plataforma de educación virtual con materiales didácticos elaborados utilizando *WebMathematica*. También desde el año 2001 la Escuela publica periódicamente una revista en línea denominada Revista Virtual, Educación e Internet avalada por el Consejo Editorial del TEC,

donde se presentan artículos, enlaces y software gratuito, relacionado con la enseñanza de la matemática asistida por computadora.

Cabe destacar el esfuerzo que ha realizado la Escuela de Informática de la Universidad Nacional, planteándose el gran reto de promover una transformación curricular en la cuál los cursos de matemática impartidos a los estudiantes de las carreras Ingeniería en Informática e Informática Educativa, tendrán a partir del presente año un enfoque innovador, adaptado a las necesidades y el perfil de esta unidad académica. La propuesta se fundamenta en impartir los cursos de Matemática I, Matemática II y Matemática III para Informática, utilizando como apoyo el software *Mathematica*. Lo anterior resulta ser muy revolucionario, si se piensa en la forma en como durante décadas los docentes encargados de impartir este tipo de cursos en la universidad; lo han hecho, utilizando tradicionalmente la clase magistral y pocos recursos didácticos. En un esfuerzo preliminar, la Escuela de Informática de la Universidad Nacional aprobó en Consejo de Escuela, la actividad de investigación en docencia denominada: "Guía Didáctica para Enseñar Matemática con apoyo de Software", mediante la cuál actualmente se han desarrollado tres guías didácticas para los cursos de Matemática para Informática I, II y III. La idea principal es proporcionar a los docentes un medio que les permita conocer cómo pueden desarrollar los temas de cada curso, utilizando el software *Mathematica*. Las guías representan un buen esfuerzo inicial por definir con claridad una estrategia didáctica para la enseñanza de la matemática asistida por computadora.



Las principales instituciones estatales de enseñanza superior en nuestro país, han reconocido la necesidad de un nuevo tipo de Universidad, aquí he señalado diversos estudios y proyectos circunscritos en el área particular de la enseñanza de la matemática asistida por computadora, sin embargo, también se podrían recalcar otros proyectos de TI más generales, sobre todo en el ámbito de las plataformas virtuales. La UNED por ejemplo, utiliza actualmente para impartir cursos en diversas carreras de grado y posgrado una plataforma denominada Microc@mpus, un proyecto de tecnología de la información y comunicación que ha buscado incorporar las tecnologías relacionadas con el aprendizaje virtual, dentro del marco de un nuevo paradigma de universidad, impulsado por las exigencias tecnológicas y



competitivas del mundo globalizado, y la sociedad de la comunicación y la información.

También se podría mencionar el uso de otras plataformas como Moodles y Blackboard por parte del CINPE y la MATIE en la Universidad Nacional. Indudablemente el interés por la incorporación de las TIC's en el campo educativo, actualmente cobra un papel de privilegio en los planes de acción de los centros de enseñanza superior, aún estamos en pañales, y es natural cuestionar ¿a dónde nos conducirá este proceso?, la respuesta es incierta, lo importante es definir marcos de acción donde las tecnologías digitales se tornen invisibles dentro de los procesos de la enseñanza y el aprendizaje, a este respecto finalizo con una frase tomada del libro *Tecnología Invisible Aprendizaje Visible* del Dr. Jaime Sánchez Ilabaca (2004): *"No todas las tecnologías tienen un efecto significativo en el aprender, cada tecnología tiene su función, su espacio, sus ventajas y sus desventajas en la construcción del aprender. Una adecuada integración curricular de la tecnología se logra cuando éstas se tornan invisibles, salen del centro y se mueven a la periferia. Las tecnologías son invisibles cuando el aprendiz y el profesor las usan sin saber que existen, de modo que su mente y hacer están centrados en la tarea, la construcción y el aprender"*.

## **8. Conclusiones**

Las tecnologías de la información y la comunicación, indudablemente han impactado las instituciones de enseñanza superior a nivel mundial, obligando en muchos casos a estos centros de enseñanza, a replantearse el concepto de Universidad en el contexto de una sociedad distinta; la sociedad de la información.

Este impacto ha traído a colisión los métodos tradicionales de enseñanza con todas las potencialidades brindadas por las nuevas tecnologías digitales, a tal punto, que actualmente muchos investigadores han vislumbrado en ellas, los medios ineludibles para poder superar problemas culturales y cognoscitivos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. La integración de materiales educativos computarizados o plataformas de enseñanza virtual en el currículum escolar, se está convirtiendo en una necesidad, en una respuesta para solventar la crisis que de acuerdo a Papert (1992) podríamos llamar *matemafobia*.

El uso de las tecnologías de la información y la comunicación para apoyar procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática, ha abierto una nueva área de investigación; la matemática asistida por computadora. El diseño de ambientes informatizados ricos en

interactividad, exploración y recursos multimediales, caracterizados por una manipulación simbólica y representaciones múltiples de un concepto matemático, son hoy por hoy la carta de presentación que invita a los docentes universitarios, a asumir el importante reto de propiciar la enseñanza y el aprendizaje de nociones y conceptos matemáticos, más significativos. La resolución de problemas y el desarrollo intrínseco que implica en habilidades y destrezas de pensamiento, podría ser el punto de partida para la formación de futuras generaciones capaces de propiciar el desarrollo nacional en ámbitos vitales, tales como: el medio ambiente, la economía y los valores socioculturales.

## 9. Bibliografía

Ashby, E. (1969). *Technology and the Academics*. Inglaterra: MACMILLAN & CO LTD.

Arce, C. (1997). Reglas de Reescritura para Ecuaciones de Superficies Cuadráticas con *Mathematica*. *Memorias del V Encuentro Centroamericano de Investigadores en Matemática*, 1(1), 105-113.

Arce, C. (2001). *Ejercicios Resueltos y Exámenes de Álgebra Lineal*. San José: Editorial de la Universidad de Costa Rica.

Arce, C., Castillo, W. y González, J. (2004). *Álgebra Lineal*. San José: Editorial de la Universidad de Costa Rica.

Arce, C. (2004, agosto 1). Materiales para los Cursos MA0429 y MA0275. [En línea]. <<http://maltsev.emate.ucr.ac.cr/~carce/>> [2005, febrero 7].

Area, M. (2000). Redes multimedia y diseños virtuales. Actas del III Congreso Internacional de Comunicación, Tecnología y Educación de la Universidad de Oviedo, 1(1), 128-135.

Arias, L. (1998). Tesis: Software Educativo para Álgebra Elemental; Operaciones con Polinomios. Universidad nacional.

Astorga, A. y Sánchez, A. (1999). Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora: Experiencia del Instituto Tecnológico de Costa Rica. *Memorias del Primer Congreso Internacional de Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora*, 1(1), 197-206.

Ávila, J. (1999). Conjeturas con *Mathematica*. *Memorias del Primer Congreso Internacional de Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora*, 1(1), 124-130.

Bartolomé, A. (1996). Preparando para un Nuevo Modo de Conocer. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 1(4), 1-15.

Bemardini, A. (1984). Reflexiones Sobre el Modelo Educativo Costarricense. *Revista Tiempo Actual*, 3(3), 19-32.

Briones, L. (2002). Demandas de la Sociedad del Conocimiento a la Gestión del Currículum Escolar. *Revista Digital Umbral 2000*, 1(10), 1-23.

Bonilla, L. (1999). Desarrollo del Pensamiento Lógico. *Memorias del I Congreso Internacional de Matemática Asistida por Computadora*, 1(1), 239-247.

Bueno, M. (1999). Aprendiendo Álgebra Lineal con *Matlab*, una Experiencia Didáctica. *Memorias del Primer Congreso Internacional de Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora*, 1(1), 60-71.

Cuevas, J., Álvarez, M. y Valido, I. (1999). Curso de Ecuaciones Diferenciales Asistido por Computadoras en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. *Memorias del Primer Congreso Internacional de Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora*, 1(1), 270-272.

Dirr, P. (2004). Desarrollo Social y Educativo con las Nuevas Tecnologías. *Nuevas Tecnologías y Educación*, 1(1), 70-84.

Doryan, E. (1995). Una Propuesta de un Proyecto Educativo Nacional Hacia el año 2005. Costa Rica: Ministerio de Educación Pública.

Dorrego, E. (2004). Transformación de la Educación Superior en América Latina. *Nuevas Tecnologías y Educación*, 1(1), 125-127.

Duart, J. (2000). Aprender en la Virtualidad. España: Universidad de Barcelona.

E, Checa y Márquez, A. (2001). Algebra Lineal Numérica: Teoría y Práctica con *Mathematica*. España: Universidad Politécnica de Valencia.

Galvis, A. (1992). Ingeniería de Software Educativo. Colombia: Ediciones Uniandes.

- González, F. (1986). Educación Costarricense. Costa Rica: EUNED.
- Grossman, S. (1996). Álgebra Lineal. México: McGraw-Hill.
- Guadamuz, L. y Vega, L. (1988). Categorías de Análisis y Marco General de Evaluación para "Software" Educativo. San José: EUNA.
- Gutiérrez, C. y Castro, M. (1990) La Sociedad Computarizada. Costa Rica: EUNED.
- Hough, D. (1997). Mathematics with Maple. New York: Addison-Wesley.
- Kolman, B. (1999). Álgebra Lineal con Aplicaciones y *Matlab*. México: Pearson.
- Méndez, C. (s.a.). Educación y Desarrollo: una Relación Dialéctica. Costa Rica: Universidad Nacional (Centro de investigación y docencia en educación).
- Meza, L., Garita, G. y Villalobos, L. (2001). Estrategias Didácticas para Desarrollar Procesos de Enseñanza y Aprendizaje de la Matemática Asistidos por Computadora. *Memorias del II Congreso Internacional de Matemática Asistida por Computadora*, 1(1), 84-96.
- Meza, L. (2000). Consideraciones sobre Metodología de la Enseñanza de la Matemática. *Memorias del Segundo Festival de Matemáticas*, 1(1), 129-136.
- Meza, L. (2001). Elementos para Enseñar Matemática. Costa Rica: Editorial del Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Meza, L. (1999). ¿Para qué Enseñamos Matemática en el Colegio?. *Memorias del I Congreso Internacional de Matemática Asistida por Computadora*, 1(1), 300-307.
- Meza, L. (1998). ¿Sirve la matemática para Tomar Decisiones?. *Memorias del I Festival de Matemática*, 1(1), 130-141.
- Moreira, M. (2004, enero 1). Universidad Nacional. [En línea]. <<http://www.una.ac.cr/index.html>> [2005, febrero 13].
- Murillo, C. (1995). Ensayos sobre Desarrollo. Costa Rica: EFUNA.

Lehmann, M. (1992). Exploring Calculus with Mathematics. New York: Addison-Wesley.

León, S., Heman, E. y Faulkenberry, R. (1997). ATLAST Computer Exercises for Linear Algebra. New York: Prentice-Hall.

Paniagua, M. (1998). La Enseñanza de la Matemática Mediante el Desarrollo de las Destrezas del Pensamiento. *Memorias del I Festival de Matemática*, 1(1), 185-195.

Papa, F. (1979). Tecnología y Desarrollo. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Pérez, C. (2002). La Universidad en el Nuevo Paradigma: Formar para la Vida en la Sociedad del Conocimiento. [En línea]. <<http://www.carlotaperez.org/portada.htm>> [2005, febrero 19].

Pérez, M. (2002). Un Nuevo Currículum para la Sociedad del Conocimiento. España: Universidad Complutense de Madrid.

Peters, O. (s.f). Educación a Distancia en Transición: Nuevas Tendencias y Desafíos. Alemania: FemUniversität.

Piaget y otros. (1971). La Enseñanza de las Matemáticas. Madrid: Editorial Aguilar.

Pons, J. (2004). La Formación Superior y el Reto de las Nuevas Tecnologías de la Información. *Nuevas Tecnologías y Educación*, 1(1), 119-123.

Sánchez, J. (1995). Informática Educativa. Chile: Editorial Universitaria.

Sánchez, J. (2004). Aprendizaje Visible, Tecnología Invisible. Chile.

Salinas, J. (2004). Educación Superior y Tecnología Digital. *Nuevas Tecnologías y Educación*, 1(1), 113-118.

Silvio, J. (2004). ¿Cómo Transformar la Educación Superior con la Tecnología Digital?. *Nuevas Tecnologías y Educación*, 1(1), 93-112.

Squires, D. y McDougall, A. (1994). Cómo Elegir y Utilizar Software Educativo. Madrid: Morata.

Shuchat, A. (2000). *The Joy of Mathematics*. New York: Harcourt Academic Press.

Wicks, J. (1996). *Linear Algebra with Mathematics*. New York: Addison-Wesley.

Tickton, S. (1974). *La Educación en la Era Tecnológica*. Buenos Aires: BOWKER.

Tsijli, T. (1998). Enseñar a Pensar. *Memorias del I Festival de Matemática*, 1(1), 210-219.

Toranzos, F. (1963) *Enseñanza de la Matemática*. Argentina: Editorial Kapelusz.