



www.cibereduca.com



V Congreso Internacional Virtual de Educación
7-27 de Febrero de 2005

COMBINACIÓN DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS E INTEGRACIÓN DE TIC'S EN LA ENSEÑANZA DE FUNDAMENTOS DE FÍSICA CUÁNTICA PARA INGENIEROS

Susana Marchisio, Miguel Plano, Jorge Ronco y Oscar Von Pamel

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura – Univ. Nacional de Rosario –
Avda Pellegrini 250 – (2000) Rosario - Telefax 0341-4802649 / 54
e-mail: smarch@fceia.unr.edu.ar / vonpamel@fceia.unr.edu.ar

LA DIMENSIÓN TECNOLÓGICA COMO EJE DE REFLEXIÓN CURRICULAR

Tecnología, cultura e intencionalidades educativas

Un recorrido histórico a lo largo de la última década, trazado en imágenes de nuestra vida cotidiana, no dejaría dudas a nadie, con mirada atenta, acerca de la dimensión alcanzada por el impacto de las llamadas tecnologías de la información y de la comunicación en la sociedad contemporánea. Es evidente que además de constituirse en elementos culturales, estas tecnologías se han integrado a los procesos productivos industriales y modificado tanto los mecanismos de gestión del conocimiento como los modos de trabajo profesionales.

En este contexto, queda claro que esta sociedad de la información plantea hoy nuevas demandas y necesidades formativas a las instituciones universitarias. La obsolescencia y la resignificación de ciertos contenidos, la sobreabundancia de información en un mundo global, los nuevos paradigmas comunicacionales y la arquitectura de los nuevos contextos laborales deben ser incorporados como elementos básicos de análisis y reflexión al momento de diseñar y desarrollar las prácticas educativas. Desde la perspectiva del currículum universitario, esto

supone la incorporación de una dimensión tecnológica que atraviesa las disciplinas y que se sostiene en la necesidad de que cada persona adquiera hoy una comprensión profunda de la tecnología para interactuar con la información, la comunicación y la solución de problemas, integrándola positivamente como un recurso de la cultura para futuros aprendizajes.

Estos aspectos adquieren una importancia singular si el compromiso social asumido por la institución universitaria es con la formación de ingenieros. En este campo, se habla además de la necesidad de fundamentar científicamente las enseñanzas, de fomentar la creatividad y la actitud por el cambio y la innovación. Se expresa como aspiración, no una formación directa y puntual para el trabajo, sino una sólida e integral que además pueda atender a la naturaleza compleja, inter./multidisciplinaria de los problemas de Ingeniería y a su evolución previsible, una educación que permita transitar con autonomía de una generación tecnológica a otra, que habilite la visión de problemas futuros, que, desde su estructuración, prevea tanto una adecuada articulación con estudios avanzados como la actualización permanente; que promueva el desarrollo de capacidades para interactuar con expertos en ambientes científicos y profesionales, para la actuación responsable, con sentido ético, anticipando y evaluando con autonomía y críticamente las implicancias que las soluciones individuales y/o conjuntas que se adopten tienen para la sociedad.

Más allá de las propias exigencias de conocimientos del dominio disciplinar específico, estos aspectos hablan de una demanda social asentada sobre la necesidad de promover capacidades cognitivas, metacognitivas, sociales y de disposiciones actitudinales específicas, las que enfatizan en el desarrollo de la capacidad de pensar y aprender en forma creativa, crítica y autónoma, aspirando a contar con profesionales que se constituyan como agentes activos, no sólo de su propia transformación sino también la de su entorno social, político y cultural.

Tecnologías, interactividad y ambientes de aprendizajes en la Universidad

No cabe duda que el aula, contexto próximo del proceso de enseñanza – aprendizaje, es el espacio privilegiado en el que se expresa la acción didáctica, enmarcando toda una serie de condiciones que afectan el proceso pedagógico, tanto en su dimensión relacional como tecnológica, favoreciendo o inhibiendo el desarrollo de determinadas estrategias, necesarias para la adquisición de los conocimientos requeridos. De hecho, como indican distintos autores del campo del currículum, tanto la conducta de los alumnos como la de los profesores se explica por estar integrada en un contexto, el que a la vez condiciona los procesos comunicativo – didácticos involucrados.

Pero entonces, si en el ámbito de la formación universitaria se aprovecha la potencialidad para la representación y la comunicación que surge de la integración de medios, si se atiende a la posibilidad de considerar las estrategias y los recursos que la cultura facilita, - aún aquellos que tradicionalmente se han sostenido como propios de los espacios educativos no formales o de capacitación laboral -, como instrumentos de mediación en el proceso de enseñanza – aprendizaje, las dimensiones de ese “contexto áulico” se dilatan. En este nuevo contexto la acción didáctica adquiere una nueva dimensión, configurándose como generadora de situaciones en un “ambiente de aprendizajes” que ahora permite tanto la comunidad de prácticas 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 (Marchisio et al, 2003), este "ambiente de aprendizajes", es entendido entonces como un entorno delimitado, estructurado y flexible en el que se favorecen las ayudas pedagógicas a los fines de promover en los alumnos, aprendizajes con un alto grado de significatividad y funcionalidad. En este contexto, 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.

Luego de analizar, desde la organización e integración del currículum de Ingeniería, la delimitación y estructuración de tales “ambientes de aprendizaje” (Marchisio et al., 2001), 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.

Concretamente, se ha avanzado en la elaboración de un sistema multimedia con estructura de hipertexto denominado “Del átomo al sólido”. El mismo ha sido empleado en modo experimental, como uno de los recursos didácticos durante el dictado de la asignatura Física IV de la Carrera Ingeniería Electrónica en la Universidad Nacional de Rosario. En este trabajo se describe el sistema hipermedial y se presentan resultados de su empleo en contextos de enseñanza.

LA ASIGNATURA FÍSICA IV. ENCUADRE CURRICULAR

Ubicada en el segundo año segundo semestre de la carrera de Ingeniería Electrónica, la asignatura Física IV 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.

Debido a una reducción en la duración del Plan de estudios, contenidos fundamentales de Mecánica Cuántica han sido incorporados en el programa de la asignatura, no habiéndose asignado, sin embargo, incrementos en su carga horaria. Estos contenidos constituyen la primera unidad didáctica de un total de seis. Dadas las condiciones de formación previa de los alumnos y los objetivos de aprendizaje, el dictado de la Mecánica Cuántica se inicia en esta asignatura con el planteo de la necesidad de transición al paradigma cuántico. El estudio de las llamadas experiencias cruciales y la discusión de 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 de la física del microsólido. A partir de ello, y junto a elementos de Física Estadística, se procede al análisis de distintas interacciones y procesos microscópicos involucrados en el estudio de la materia, considerando los distintos estados de agregación. Con un enfoque científico y abierto en cada caso a la aplicación, se habilita luego el trabajo 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).

Desde la perspectiva de los autores de este trabajo, el estudio de la Mecánica Cuántica presenta características distintas a las que se enmarcan dentro de la Física Clásica. 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. En este

contexto, el diseño de un sistema multimedia en formato hipertextual fue entonces una estrategia que buscó resolver la compleja ecuación que involucra la inclusión de Mecánica Cuántica en el contexto de esta asignatura: gran cantidad de contenidos, escaso tiempo de dictado, alta demanda de tiempos de aprendizaje, requerimientos de un gran nivel de abstracción y objetivos de la formación disciplinar.

Por otra parte, al momento del diseño y elaboración de la obra no debe caerse en el error de pensar que las potencialidades o limitaciones que se puedan alcanzar con el medio se encuentren exclusivamente en él, sino asumir que el medio interacciona en un contexto físico, tecnológico, psicológico, didáctico, organizativo, y humano, que repercutirá en qué resultados que se consigan con el mismo, de manera que los productos que se obtengan no dependerán exclusivamente de sus características tecnológicas sino de la interacción que se establezca entre las dimensiones anteriormente indicadas y el medio

EL SISTEMA HIPERMEDIAL Y EL OBJETO DE FORMACIÓN

El problema de la enseñanza y aprendizaje de contenidos científico-tecnológicos no puede desprenderse hoy del empleo de las NTICs. Sin embargo, el uso de las NTIC's debe superar la idea de que con ellas se enseña lo mismo que antes, pero de una manera más eficiente. Es sabido estas tecnologías permiten el desarrollo de sistemas potencialmente útiles para seleccionar información, administrar, procesar, simular, modelizar, calcular (objetivos de formación esenciales en educación en Ciencias), acercar a las fuentes de información. Sin embargo, no hay que caer en la trampa de pensar que estos recursos son intrínsecamente eficaces y facilitadores de aprendizajes. Desde nuestra perspectiva, 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.

La Ingeniería es una profesión esencialmente creativa. En ella confluyen los saberes como productos de procesos de investigación e innovación en ciencia y tecnología, evolucionando en la búsqueda de soluciones a problemas complejos. Para ello el ingeniero formula y ejecuta proyectos integrando equipos de trabajo. En este proceso desarrolla, innova, gerencia tecnología, comunica y fundamenta ideas, explora alternativas y procedimientos, operando con distintas variables para satisfacer una determinada necesidad de diseño. Esto supone tomar decisiones para arribar a la mejor solución de un problema.

Desde el punto de vista cognitivo, atendiendo a teorías del procesamiento de la información (Gagné, E. 1985; Simon, H., 1984, Pozo, J. I. 1994, 1995; Riviére. A., 1987), el proceso asociado a la resolución de un problema posibilita, no sólo la producción de un conocimiento en acción (Watts, 1994) sino también el diseño y articulación de estrategias para organizar esa acción (Sánchez et. al, 1997). En tanto se ponen en juego la activación de conceptos y procedimientos articulados y orientados a la búsqueda de una solución, se favorece el establecimiento de nuevas relaciones conceptuales involucrando, al mismo tiempo, un proceso de aplicación organizado de resultados de experiencias adquiridas en situaciones previas, con transferencia a un contexto diferente (Massa; 1996). El valor agregado de este modo de construir aprendizajes es entonces el favorecer el surgimiento de procesos metacognitivos que se vinculan con actitudes deseables en un sujeto con pensamiento independiente.

Los autores consideran entonces importante favorecer el desarrollo de estrategias de enseñanza orientadas a que el estudiante de Ingeniería aprenda a resolver problemas complejos a fin de promover la construcción de aprendizajes significativos (Ausubel, D. et.al, 1989). Esto, desde la perspectiva de la enseñanza, requiere proponer la realización de actividades en las que se necesite poner en juego la búsqueda sistemática y permanente de conocimiento, haciendo énfasis en el proceso de su generación, articulando conceptos, procedimientos y actitudes (Sánchez et.al, 1997) con el objetivo de resolver problemas similares a los que se enfrenta un

ingeniero en la práctica de su profesión. A nuestro juicio estos procesos de aprendizaje adquieren mayor riqueza cuando se producen colaborativamente, es decir, en un contexto de interacciones interpersonales directas o mediadas a través de los instrumentos o recursos con los que accede (Vygotsky; 1977).

Así, desde lo cognitivo, y a los fines de la enseñanza de la Mecánica Cuántica en carreras de Ingeniería el sistema hipermedial “Del átomo al sólido” se concibió en el marco de lo que Wertsch (1991), denomina acción mediada. Esto se liga fuertemente con la categoría central de la obra de Vygotsky (1977) definida como zona de desarrollo próximo y con ella el concepto de andamiaje, entendido como una situación de interacción educativa, a través de la cual se produce una conversión de lo intersubjetivo a lo intrasubjetivo. Todo ello, para la búsqueda y adquisición de conocimientos complejos, en la solución de problemas en los que se impliquen contenidos relevantes para una formación científico-tecnológica, asentada asimismo sobre la hipotización, la modelización, la contrastación y el diseño. Para ello, y desde la perspectiva de los procesos cognitivos involucrados en los aprendizajes, se asume además que el estudiante no se limita a adquirir conocimientos sino que los construye usando su experiencia y concepciones previas organizadas; con las que cuenta a favor o en contra para comprender, moldear y estructurar el nuevo conocimiento.

DESARROLLOS ANTERIORES COMO ANTECEDENTES DE LA OBRA

La experiencia de los autores en el diseño y uso de recursos informáticos para la enseñanza no es nueva. En particular, el empleo de la simulación de la Ecuación de Schrodinger (Von Pamel et. al, 2001), desarrollada por los mismos autores respetando la estructura (jerarquización conceptual y secuenciación) de contenidos de la asignatura, ha mostrado la potencialidad del recurso para favorecer en los alumnos el establecimiento de puentes cognitivos entre los conceptos básicos de la Mecánica Cuántica y los posteriores en la propia asignatura. Atendiendo a ello, resultó de interés potenciar los recursos de simulación ya desarrollados en Visual Basic y el conocimiento de herramientas de autor, integrándolos en un entorno hipermedial que aportara, desde su estructura, una mayor significatividad lógica y psicológica, y desde la multiplicidad de medios de representación, visiones diferentes, pero complementarias.

Atendiendo a lo ya expuesto y reconociendo las diferencias individuales de los alumnos en lo que respecta a la existencia de particulares estilos cognitivos, la inclusión del hipermedia fue pensada como un recurso más, junto al empleo de materiales escritos, recursos de INTERNET (sitios, e-mail, lista electrónica), videos, prácticas en laboratorio y otras actividades grupales e individuales de lápiz y papel, en una forma de dictado en la que el docente asume roles de organizador de las tareas, poniendo a disposición de los alumnos, tanto los problemas relevantes como la amplitud de los recursos, coordinador y orientador de los procesos, generador de situaciones de aprendizaje.

En este contexto, el recurso hipermedial debía:

- Ser fácilmente integrable como un recurso flexible del currículum, atendiendo a las características del enfoque disciplinar, objetivos didácticos y estrategias comunicativas.
- Poseer un escenario visual que reúna en formato de imágenes, representaciones de las distintas estructuras materiales, plausibles para su aplicación en el estudio de los dispositivos electrónicos.
- Posibilitar la interactividad educativa y favorecer el acceso a la exploración, la manipulación de relaciones, la hipotización, la modelización y el diseño.

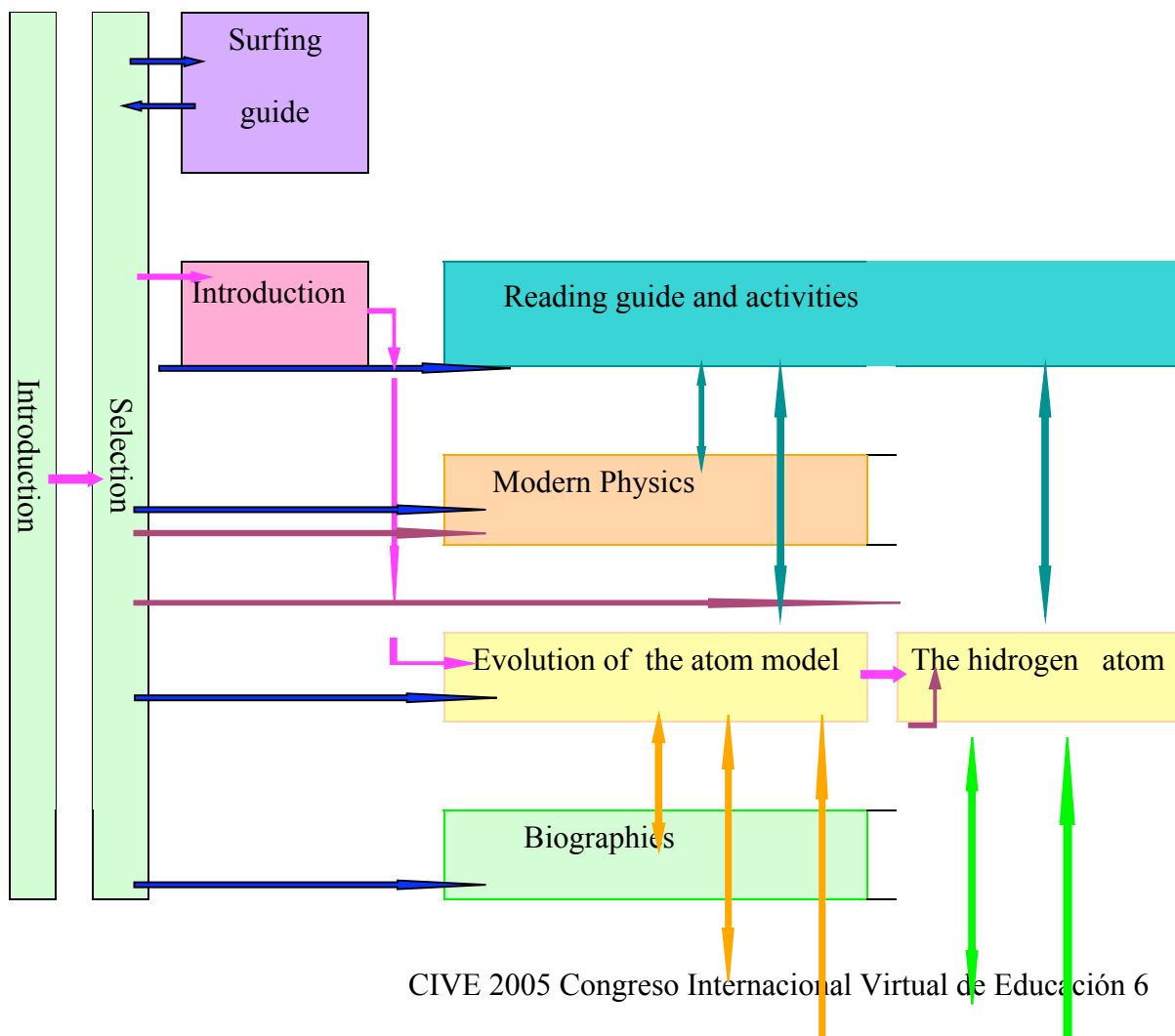
Manteniéndose desde lo técnico un control intuitivo del sistema, y con el sustento de lo ya expuesto en relación con los aprendizajes, se buscó entonces que el sistema cumpla al menos con los siguientes objetivos:

- Favorecer la creación de estructuras altamente relacionadas de conocimientos a través de vínculos de información
- Integrar enfoque Ciencia – Tecnología – Sociedad, entendido como una multiplicidad de “voces”
- Mantener el interés, motivar
- Habilitar distintos recorridos y niveles de profundización en el estudio de fenómenos
- Promover la colaboración alrededor de actividades de resolución de problemas
- Integrar las herramientas a los recursos de INTERNET y a los de OFFICE

DESARROLLO DE LA OBRA

Atendiendo a los aspectos expuestos, se desarrolló en la obra, en una primera etapa, la evolución de los modelos atómicos desde la época de los griegos hasta el modelo de Rutherford, todos dentro del paradigma clásico.

Se continuó luego con la evolución de los modelos a partir del de Rutherford hasta llegar al modelo del átomo de hidrógeno actual. Es decir, se abarcaron los modelos cuasi-clásicos y cuánticos y se introdujeron los elementos de Física Moderna necesarios para poder comprender y desarrollar estos modelos dentro del paradigma cuántico. Todo ello, sin perder de vista que la obra en la forma de hipermedia educativa, debe permitir al alumno destinatario comprender los principales conceptos de la Mecánica Cuántica, conocer la evolución de los modelos de átomo, entender el modelo actual de un átomo monoatómico, saber diferenciar el paradigma clásico del cuántico y favorecer la comprensión de fenómenos y procesos involucrados en estructuras materiales más complejas. A juicio de los autores, y en el contexto de la asignatura, estos aspectos son básicos para la adecuada comprensión de los dispositivos electrónicos. En el esquema siguiente se brinda un esbozo de la obra realizada.



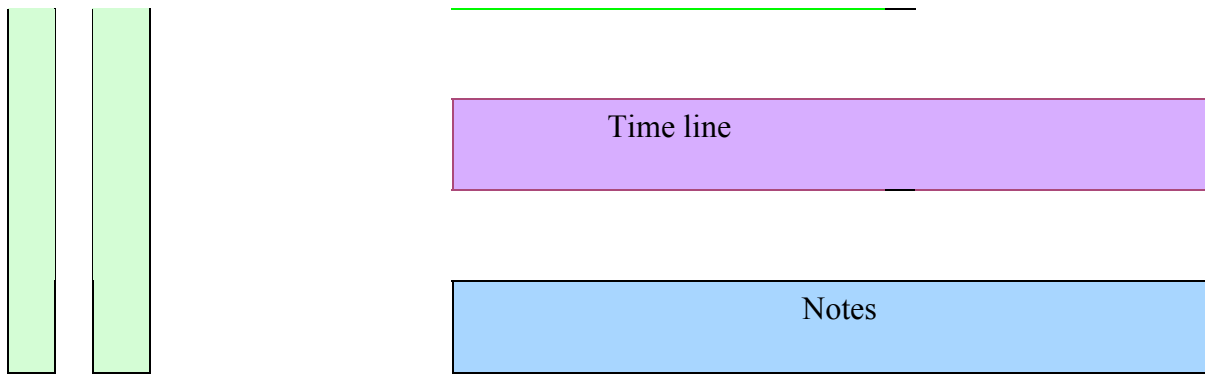





Figura 1 – Esquema de los libros principales de la obra

- Posibles ingresos a los libros 
- Ingreso principal 
- Ingresos para continuación de lectura 

Esta obra ha sido desarrollada en Software de autor para realizaciones hipermediales (Toolbook), compatible con Office y sencillo de abordar por un docente, no profesional de la programación. Integrada a los recursos de información y de comunicación habituales de una PC en entorno Windows, desde la botonera superior y con la apertura de múltiples niveles de pantalla, la obra adquiere las características de una plataforma altamente interactiva (Figura 2).

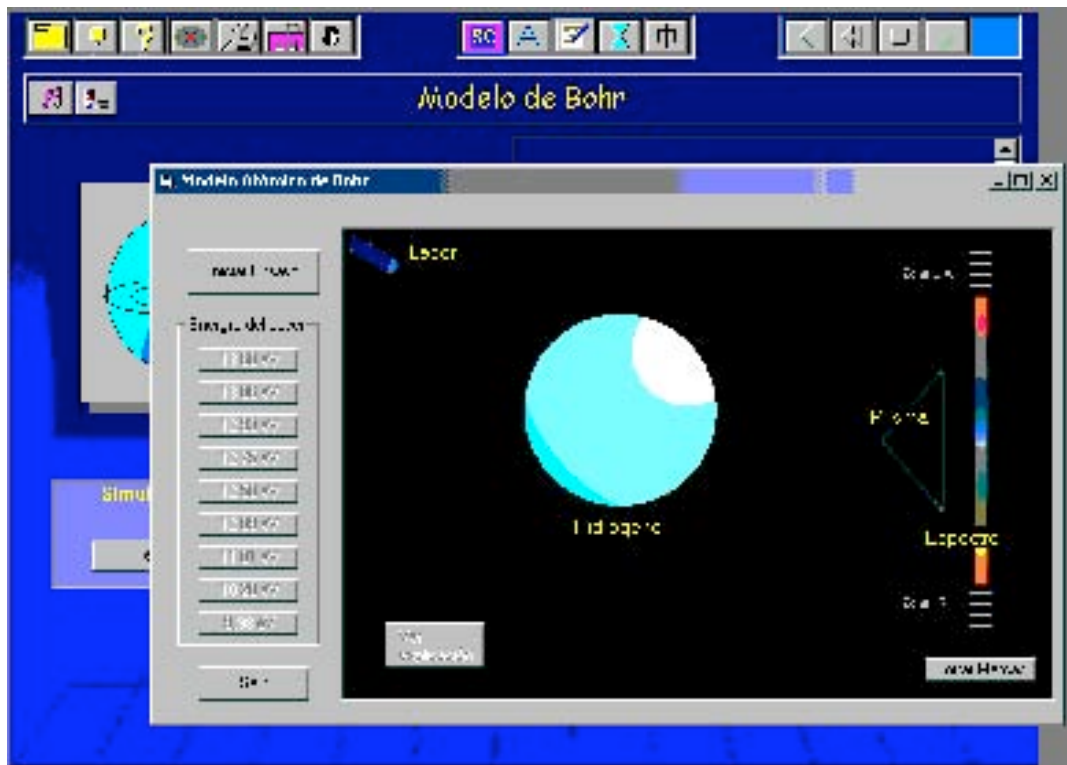


Figura 2: Simulación del átomo de Bohr

La obra combina:

- Video
- Imágenes fijas
- Sonido
- Texto

- Animaciones
- Simulaciones
- Se integra a las herramientas de comunicación y de procesamiento de la PC del usuario
- Es integrable en sistemas de redes (laboratorios)

Las tareas de realización fueron:

- Toma de decisiones en relación con los contenidos a incluir en el sistema multimedia atendiendo a la estructuración conceptual requerida y la diversidad de variables constructivas involucradas
- Pre-producción del guión: definición de una trama (orden de los sucesos, sean estos teóricos, textuales, visuales y/o sonoros)
- Realización del esquema general de relaciones entre los aspectos relativos a: Contenido – Narración – Icónico – Sonido – Técnico

En ello estuvo involucrado:

- Desarrollo de los modelos clásicos, cuasi-clásicos y cuánticos en el libro de modelos. No todos ellos fueron planteados como modelos explícitos del átomo en su momento, sino que algunos son introducidos como recursos didácticos (modelos intermedios) para lograr una mejor comprensión de la evolución del concepto de átomo. En cada caso se destacan los nuevos conceptos introducidos con cada modelo y las falencias o inconsistencias del modelo que van a ser corregidas en el modelo siguiente.
- Construcción de un libro auxiliar de Física Moderna, para introducir los conceptos que requieren los modelos y que se generaron en forma paralela.
- Estudiar y llevar a cabo la interrelación entre el libro de Física Moderna con el libro principal “evolución del modelo de átomo” para continuar con estructuras materiales más complejas.
- Construcción del libro de Biografías
- Construcción del libro Línea del tiempo
- Construcción de un libro de Actividades de distinto nivel de complejidad que permita tomar apuntes, agregar notas y comentarios en el mismo multimedia. Entre éstas, se destacan las actividades integradoras, pensadas a fin de constituirse en organizadoras del recorrido de la obra por parte del alumno en la búsqueda de la información para la solución de problemas abiertos.
- Incorporación de imágenes, simulaciones y animaciones en los libros.

Una vez terminada la obra, se procedió a:

- Revisar la producción en busca de errores o bugs
- Generar el soporte físico de distribución
- Diseñar las estrategias para la evaluación

La evaluación del sistema hipermedial

Lo realizado en relación con la evaluación del recurso, destacando métodos, instrumentos y algunos resultados, se sintetiza a continuación:

- Evaluación por expertos: En ello participaron un investigador/profesor de Física en carreras de Ingeniería, considerado especialista en contenidos de la Universidad Nacional de Rosario y un Tribunal de tesis de Maestría en Educación Psicoinformática de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora, considerado especialista en el diseño de sistemas hipermediales.
- Evaluación en contexto por alumnos en condiciones de uso. Específicamente se realizó una experiencia piloto durante el dictado de la asignatura Física IV, la que se desarrolló atendiendo a tres condiciones experimentales diferentes durante los años 2002 y 2003.

En todos los casos, los alumnos dispusieron de un CD conteniendo el sistema hipermedial para ser empleado en condiciones de estudio independiente fuera del ámbito de la Facultad. Sin embargo, como estrategia de evaluación del recurso en condiciones de uso, el mismo fue empleado también con la presencia del docente en el contexto de las llamadas clases teóricas. El elemento básico para el trabajo en aula fueron las actividades entendidas como problemas complejos a resolver para el aprendizaje y la evaluación procesual de conocimientos así como de organizadores de la lectura hipermedial en la búsqueda de soluciones. Esta tarea de resolución se integró en el dictado de acuerdo a las necesidades observadas a lo largo del proceso con otras de lápiz y papel, empleando en algunos casos resultados de experiencias de laboratorio, exposiciones del docente y presentaciones de los alumnos. Las tareas incluyeron estrategias de asociación, de manipulación de variables, de síntesis, de integración, de comparación, de búsqueda de información, de modelización, de contrastación, de diseño.

En forma paralela, la asignatura fue dictada, para contraste, en una modalidad que, integrando distintas actividades, los tradicionales materiales de estudio de la Cátedra y la misma estructuración de contenidos, no incluyó el empleo del recurso hipermedial. Para ambos casos, (dictado tradicional y experimental), es requisito de aprobación de la asignatura, la superación de una instancia oral conducida por el equipo de cátedra, independientemente de su forma de dictado.

El primer dictado experimental se desarrolló con la participación de sólo 8 alumnos voluntarios, en un aula multi-recursos (video, laboratorio, acceso a INTERNET) en la que la distribución de las mesas de trabajo no asigna al docente un sitio preferencial. El aula es relativamente pequeña, asignándose 1 PC cada 1 o 2 alumnos;

El segundo dictado experimental implicó a 15 alumnos, seleccionados al azar, en la misma aula, conformándose grupos de trabajo autogestionados de 2 o 3 alumnos, mientras que el tercero implicó a 22 alumnos quienes se inscribieron libremente. El aula empleada en este caso fue el laboratorio de informática de la Facultad, que tiene una distribución espacial tradicional de mesas alineadas frente a un pizarrón. En este caso, tuvo que trabajarse en red con conexión en estrella, contándose con 11 PC, una cada 2 alumnos.

El diseño experimental atendió a considerar como variables:

- el número y forma de trabajo (individual / grupal) de alumnos implicados en un dictado experimental que integre el uso del sistema hipermedia,
- la motivación personal de cada alumno en relación con el uso de TIC's como recurso de aprendizaje en el contexto de la asignatura,
- las características del aula.

En este caso, la evaluación de la experiencia ha tenido en cuenta el análisis de procesos y resultados. Las fuentes de información fueron:

- Encuesta de opinión,
- Entrevista a algunos alumnos
- Observación de las clases en modalidad de observación participante
- Las actividades realizadas por los alumnos, concebidas como producciones tangibles que permiten evaluar la experiencia desde los objetivos de formación.

Como estrategia de triangulación metodológica se considera el cruce de datos (numéricos y no numéricos) provenientes de diferentes instrumentos. Algunas de las cuestiones investigadas con referencia a los instrumentos empleados en cada caso fueron:

- Actitud frente a las nuevas tecnologías. Se emplearon como instrumentos en este caso: observaciones de clase, encuesta de opinión y entrevista a algunos alumnos.
- Adaptación del alumno a la nueva forma de lectura. Se indagó este aspecto en encuesta de opinión y entrevista.

- Existencia de posibles desorientaciones / navegación. Se realizó a partir de la encuesta, la entrevista y la observación.
- Existencia de obstáculos para la comprensión de asociaciones; se analizaron las actividades realizadas por los alumnos de este grupo, con especial atención al logro de los objetivos de aprendizaje de la asignatura y el nivel de profundidad en el estudio de fenómenos y procesos desarrollado por los alumnos
- Visión del material de estudio por parte del alumno, fundamentalmente en lo relativo al grado de integración del mismo con los restantes materiales de estudio y en función de los contenidos trabajados. Para ello se indagó en la encuesta y en las actividades realizadas por los alumnos.
- Estructura superficial de la obra. Para ello se consideran la encuesta de opinión y las observaciones directas de clase.
- Roles asumidos por el docente y los alumnos. De ello dan cuenta el conjunto de los instrumentos, siendo especialmente relevantes lo observado en el aula y las opiniones de la encuesta.

Apreciaciones finales como análisis preliminar de resultados

El desarrollo de esta investigación está aún en proceso. Sin embargo, se han encontrado algunos resultados que ya se destacan como significativos en ciertos aspectos. Los mismos hacen referencia a:

- Las valoraciones de la innovación didáctica que supuso para alumnos y Cátedra la introducción del recurso hipermedial en el dictado de la asignatura en una carrera de Ingeniería en el seno de una institución universitaria tradicional,
- Las actitudes de los alumnos frente al uso de estas tecnologías en un contexto de enseñanza,
- El modo de integración y potencial del nuevo recurso como material didáctico en la asignatura,
- La atención a las dificultades propias del aprendizaje del contenido
- Las dificultades adicionales halladas desde alumnos y cátedra debido a la nueva implementación.

Desde la perspectiva del alumno se ha encontrado que el mismo percibe claramente una reconfiguración de roles, tanto propia como del docente. Valora positivamente:

- La innovación que supone la introducción del hipermedia desde lo que percibe como el logro de aprendizajes efectivos, el modo de trabajo por actividades, la integración de recursos de comunicación y didácticos y la modalidad de dictado en el contexto del aula. Asimismo, y en relación con esto último, destaca como importantes:
- La autonomía, expresada por el sentimiento de libertad de elección de recursos y momentos y por el empleo de diferentes estrategias de evaluación de aprendizajes
- El ambiente / clima social del aula.

Puede afirmarse además que el alumno valora positivamente la integración de medios y el empleo de la red (sitios de INTERNET, simulaciones, recursos de comunicación). Asimismo, se atreve a proponer al docente, coopera y aporta; expresa acerca de un cambio de actitudes / motivaciones y formas de abordaje en el estudio; se asume con mayor grado de protagonismo y responsabilidad

En relación con el aprendizaje de los contenidos, puede afirmarse que tanto el grupo de alumnos que participó en el dictado experimental, como el grupo de alumnos que cursaron la asignatura sin el uso del hipermedia, han logrado los niveles de conocimientos requeridos para la aprobación de la asignatura. Sin embargo, a partir de las producciones logradas por los alumnos, se han hecho evidentes ciertas diferencias en el tipo de argumentaciones expuestas por los alumnos al resolver los problemas. A nuestro entender, esto está ligado a la posibilidad de

ampliación del campo de lo sensible frente a lo abstracto producto del empleo de recursos de animación y simulaciones, lo cual supone un cambio en las estrategias de resolución.

Por otra parte, los alumnos manifestaron como obstáculos:

- Algunos aspectos puntuales de la estructura superficial del diseño del hipermedia
- Necesidad de adaptación a una nueva forma de lectura / navegación
- Cierta inseguridad por la existencia de una amplia diversidad de formas de acceso a la información y por la necesidad de un cambio en las estrategias efectivas de resolución de problemas que desarrollaban en otras asignaturas. Esto se vinculó con lo observado al analizar las evaluaciones, y está asociado a nuestro juicio, al empleo de un medio de representación que permite estrategias de resolución alternativas al mero cálculo matemático.
- Pérdida de tiempo en cuestiones operativas; dificultades de velocidad del sistema en algunos casos, asociadas a las características particulares de las PC hogareñas de cada alumno.
- Necesidad de adecuarse a la diversidad de enfoques de las distintas asignaturas de la carrera
- Dependencia de la PC

Por otra parte, y vinculado a las actitudes, los alumnos expresaron su acuerdo con la metodología empleada. A la luz de lo expresado por los alumnos podría decirse que la motivación del alumno pasó primero por la novedad de la incorporación del recurso tecnológico y más tarde por la satisfacción de sentir que la actividad que estaba realizando aportaba significativamente a su formación..

Por último, cabe un comentario relativo a las características del contexto en el cual se desarrolla la actividad. Si bien los alumnos han valorado positivamente el clima del aula, es notable la influencia que sobre él ejerce la disposición de las mesas de trabajo, la posibilidad o no de integrar en el momento justo una observación experimental, la mayor o menor flexibilidad de las sillas para realizar actividades grupales y el tamaño del aula, en relación con el número de alumnos, que simultáneamente están trabajando en tareas de elaboración conjunta. Es evidente que estas son condiciones que afectan el proceso pedagógico favoreciendo o inhibiendo el desarrollo de determinadas estrategias didácticas, a la vez que condicionan los procesos comunicativos involucrados.

REFERENCIAS

- AUSUBEL, D., NOVAK, J., HANESIAN, D., 1989. *Psicología Educacional*. Ed. Trillas, México
- FISCHLER y LICHTFELDT. 1992. Modern Physics and students' conceptions, in *International Journal of Science Education*, 14.
- GAGNÉ, E. 1985, *La psicología cognitiva del aprendizaje escolar*, Edit. Visor, Madrid
- JOHNSTON, CRAWFORD, and FLETCHER. 1998. Student difficulties in learning Quantum Mechanics, in *International Journal of Science Education*, 20.
- MARCHISIO, S. y VON PAMEL, O. 2000a. La enseñanza de los dispositivos electrónicos en el ciclo básico de Ingeniería, in *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería*, Vol 1, Nº2, UNRC, Córdoba, Argentina. 2000. ISSN:1515-5838.
- MARCHISIO, S. y VON PAMEL, O. 2000b, Una experiencia de integración de tecnologías y estrategias de educación a distancia en un contexto de educación universitaria tradicional en Argentina, in *Revista Aula Hoy*, Nº 19, Editorial Hommo Sapiens, Argentina. 2000.
- MARCHISIO, S. 2001. Hacia una reconceptualización de Tecnología Educativa, in *La formación on line: retos y posibilidades*, Actas de la Conferencia Internacional sobre Educación, Formación y Nuevas Tecnologías, Virtual educa 2001, AEFVI, Ediciones UNED, España. 2001. ISBN 84-362-4471-0
- MARCHISIO, S., PLANO, M.A., RONCO, J., VON PAMEL, O. 2001a. Generation of projects in virtual environments. A possible alternative in the teaching of Industrial Engineering, in *The future of Learning - Learning for the future: shaping the transition*, 20 th World

- Conference on Open Learning and Distance Education. ICDE, FernUniversität. Hagen. Germany. 2001. ISBN 3-934091-01-9
- MARCHISIO, S., VON PAMEL, O., RONCO, J., PLANO, M.A. 2001b. *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., PLANO, M.A., RONCO, J., VON PAMEL, O. 2002. Tutores y ambientes de aprendizaje en la formación de ingenieros a través de la Web, in *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería*, Año 3 N° 5, UNRC, Córdoba, Argentina. 2002. ISSN:1515-5838.
- MARCHISIO, S. 2003. Tecnología, educación y nuevos “ambientes de aprendizajes” una revisión del campo y derivaciones para la capacitación docente, in *Revista de la Red Universitaria de Educación a Distancia*, Vol. 5, Universidad Nacional de La Rioja, FUNLaR, EUDELAR. La Rioja. Argentina. 2003. ISSN 1666-1354
- MARCHISIO, S., PLANO, M.A., RONCO, J., VON PAMEL, O. 2003. Acerca del diseño de un sistema multimedia hipertextual para el aula universitaria, 2003, in *Proceedings del II Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital, SIGRADI 2003*, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. 2003.
- MARCHISIO, S., VON PAMEL, O., RONCO, J., PLANO, M.A., GÓMEZ, D., CERRANO, M., FULGUEIRA, S., MORELLI, S. 2004. *Diseñando estrategias para la reconstrucción de prácticas educativas en Ingeniería*. Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Rosario. Argentina, 2004, PID UNR - ING85.
- POZO, J.I. 1994, *La solución de problemas*, Aula XXI, Santillana, Madrid
- RIVIÈRE. A., 1987, *El sujeto de la Psicología Cognitiva*, Alianza, Madrid.
- SÁNCHEZ, P.; MASSA, M.; LLONCH, E.; MARCHISIO, S.; YANITELLI, M.; CABANELLAS, S.; D'AMICO, H. 1997. ¿Qué se lee en el enunciado de un problema? in *Leonardo da Vinci Review*, Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Argentina. 1997.
- SIMON, H., 1984, en A. Moreno en M. Carretero y J. A. García Madruga, *Lecturas de psicología del pensamiento*, Alianza, Madrid.
- VON PAMEL y MARCHISIO, 1996, La incorporación de la informática como herramienta para el aprendizaje de los dispositivos electrónicos: un estudio de sus posibilidades, in *Proceedings 1º Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería*, Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina. 1996.
- VON PAMEL y MARCHISIO, 1999, Los nuevos ambientes de aprendizaje en la educación universitaria in *Revista La Universidad*, N° 17; Secretaría de Políticas Universitarias. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires. Argentina. 1999.
- VON PAMEL, O., MARCHISIO, S., PLANO, M., RONCO, J. 2001, Una simulación de la ecuación de Schrodinger como recurso en la enseñanza de la Física de los dispositivos electrónicos, in *Proceedings XII Reunión de educadores de Física de la Argentina (REF12)*. Universidad Nacional General San Martín, APFA. Buenos Aires. Argentina. 2001. 10 s.
- VON PAMEL, O. 2002. *La evolución del modelo de átomo*, Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Argentina. 2002. Obra hipermedia.
- VYGOTSKY, L. 1977. *Pensamiento y Lenguaje*. Fausto. Buenos Aires
- WATTS, M. 1994. *Problem solving in science and technology*. David Fulton Publishers, London.
- WERTSCH, J. 1999. La acción mediada en el espacio social in *La mente en acción*. Buenos Aires, Aique.

©CiberEduca.com 2005

La reproducción total o parcial de este documento está prohibida

sin el consentimiento expreso de/los autor/autores.

**CiberEduca.com tiene el derecho de publicar en CD-ROM y
en la WEB de CiberEduca el contenido de esta ponencia.**

® CiberEduca.com es una marca registrada.

©™ CiberEduca.com es un nombre comercial registrado