

Enfoque Multimedial en Aulas Virtuales para la Enseñanza de Algoritmos y Estructuras de Datos

Author

*Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información
Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rosario
Rosario – Santa Fe
Mg. Claudia Dania – claudiadania@gmail.com*

Resumen

Aprender a programar y trabajar con la información implica mucho más que adquirir conceptos y desarrollar habilidades propias de una tecnología. El futuro profesional, debe transformar datos y producir información relevante, implicando en ello el desarrollo de un pensamiento sistémico, integral, creativo, formal y ético que lo habilite a resolver problemas complejos.

En pos de una adecuada formación en el área de la programación, y con el objetivo de que estudiantes que cursan el primer año de Ingeniería puedan superar los obstáculos cognitivos señalados, se propone el diseño, desarrollo e incorporación articulada en el contexto didáctico, de materiales multimedia interactivos.

En este trabajo se presentan los fundamentos del diseño de un sistema multimedia, con base en el reconocimiento de diferencias cognitivas individuales en los estudiantes y el sustento de enfoques de enseñanza que buscan favorecer la construcción de aprendizajes significativos, en Algoritmos y Estructuras de datos.

Introducción

En el mundo globalizado, la construcción de verdaderas “sociedades del conocimiento” (Bindé, 2005 [3]) plantea nuevos retos y exige creativas propuestas de formación. No por emplear las TICs en sus versiones tecnológicas más avanzadas ni por aventurarnos a un mero uso (acrítico) de las mismas en un contexto educativo concreto, estaremos contribuyendo seriamente a conformar las sociedades de conocimiento y de aprendizaje que la sociedad requiere.

Coincidimos con Bindé (2005) en que “las sociedades del aprendizaje no podrán prescindir de una reflexión sobre la índole de las distintas formas de conocimientos que distinga los conocimientos descriptivos (hechos e informaciones), los conocimientos en materia de procedimientos (referentes al “cómo”), los conocimientos explicativos (destinados a responder al “porqué”) y los conocimientos relativos a los comportamientos”. Y en este contexto, cabe además la reflexión acerca de cómo

lograr que la sociedad del conocimiento que propiciemos conformar, desde la educación en general y desde cada disciplina aportando al todo, en particular, sea verdaderamente inclusiva, productiva y transformadora, superadora de brechas digitales, diferencias individuales perturbadoras y obstáculos cognitivos, en pos de un desarrollo humano socialmente sustentable, desde la doble perspectiva individual y colectiva.

Es claro, por otra parte, que el pasaje de una sociedad cubierta de información a una verdadera sociedad del conocimiento requiere, entre otros, de profesionales informáticos socialmente comprometidos, con capacidad para trabajar en equipo, para promover y adaptarse a los cambios, que sepan cuestionar lo instituido y reflexionar éticamente, capaces de interactuar comunicándose en diferentes idiomas de manera efectiva y eficiente. Pero a la vez, que sepan distinguir y dar solución a problemas de índoles diversas con la rigurosa calidad que requiere una metodología de programación y de desarrollo de sistemas informáticos.

Se trata de aprendizajes complejos que requieren indudablemente del desarrollo de estrategias didácticas (Monereo, 1994 [9]), y materiales educativos acordes, más aún si de lo que se trata es de iniciar en la tarea de programar a estudiantes que normalmente carecen de tanto de saberes declarativos como procedimentales previos requeridos, y desde una perspectiva que contemple, además, los variados retos que plantea la sociedad del conocimiento y la integración didáctica planificada y crítica de los recursos tecnológicos de la cultura contemporánea.

De ahí la importancia de pensar en modelos y enfoques didácticos que contemplen el acceso a la información en forma multimedial, pero que a la vez, trasciendan en su transformación, que atiendan a la diversidad, respetándola en el destinatario, con una cultura e historia cognitiva única, y reconociéndola en la variedad de competencias y procesos de aprendizaje complejos a desarrollar, en la variedad de lenguajes y códigos a dominar y aprovechar creativamente, para una emancipadora producción de conocimientos (Marchisio Roggiano y Ortega Carrillo, 2007 [8]).

En la educación formal abundan aún los mensajes transmitidos a través del texto impreso o la exposición oral del docente. Sin embargo, cada sujeto posee diferentes formas de procesar la información y dar significados. Uno de los factores que influyen en ese proceso son las diferencias individuales en el modo de aprender.

El aprendizaje de materias relativas a la algoritmia y estructuración de datos presenta niveles de dificultad elevados a estudiantes de Ingeniería en cursos introductorios. Gran parte de esa dificultad reside en la escasa formación previa de los estudiantes para organizar, construir y diferenciar conceptos abstractos y propiedades, así como en la necesidad de alcanzar, en el contexto del primer año universitario, habilidades que involucran la manipulación de abstracciones interrelacionadas para la solución de problemas complejos.

En pos de una adecuada formación en el área, y con el objetivo de colaborar eficazmente a que los estudiantes puedan superar los obstáculos cognitivos señalados, se propone el diseño, desarrollo e incorporación articulada con otros recursos y estrategias, en el contexto didáctico, de materiales multimedia interactivos.

En este trabajo se presentan los fundamentos del diseño de un sistema multimedia, con base en el reconocimiento de diferencias cognitivas individuales en los estudiantes y el sustento de enfoques de enseñanza que buscan favorecer la construcción de aprendizajes significativos en la materia.

Objetivos

En el marco de una confluencia tecnológica y pedagógica que cada vez más permite la adaptabilidad y la atención a las diferencias individuales, mediante el desarrollo de múltiples recorridos y la puesta en juego de distintos tipos de mensajes, se considera que una plataforma multimedia interactiva puede constituirse, - integrada en estrategias didácticas adecuadas -, en un medio idóneo para facilitar el desarrollo de los procesos cognitivos complejos requeridos para un aprendizaje significativo, idiosincrásico, pero compartido, de la programación estructurada, respetando así la singularidad psíquica del estudiante.

Dicha plataforma está pensada, además, para que estudiantes de los primeros cursos de carreras de Ingeniería en Sistemas enriquezcan, amplíen visiones y profundicen en el conocimiento de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) mediante actividades orientadas al desarrollo de la creatividad, en un contexto didáctico promotor de la autonomía, pero en colaboración, en el diseño de algoritmos.

En este contexto se concibe a la plataforma multimedia interactiva como un recurso (ver Figura 1),

potencialmente apto para constituirse en un medio didáctico idóneo, que con base de desarrollo en entorno web, tenga en cuenta preferencias cognitivas y de uso de los estudiantes, a los fines de colaborar a la construcción de aprendizajes significativos y socialmente relevantes.

Más allá de ellos, existe consenso entre investigadores y educadores del área, en lo dificultoso que resulta a los estudiantes de los primeros años de carreras de ingeniería superar los mismos exitosamente con base en los aprendizajes complejos requeridos.

Soler Pellicer y Lezcano Brito (2009 [10]) destacan que: la comprensión de los diferentes niveles de abstracción en el diseño de los datos, la selección de estructuras y la implementación de programas óptimos que las manipulen, constituyen problemas a solucionar en estudios de perfil informático.

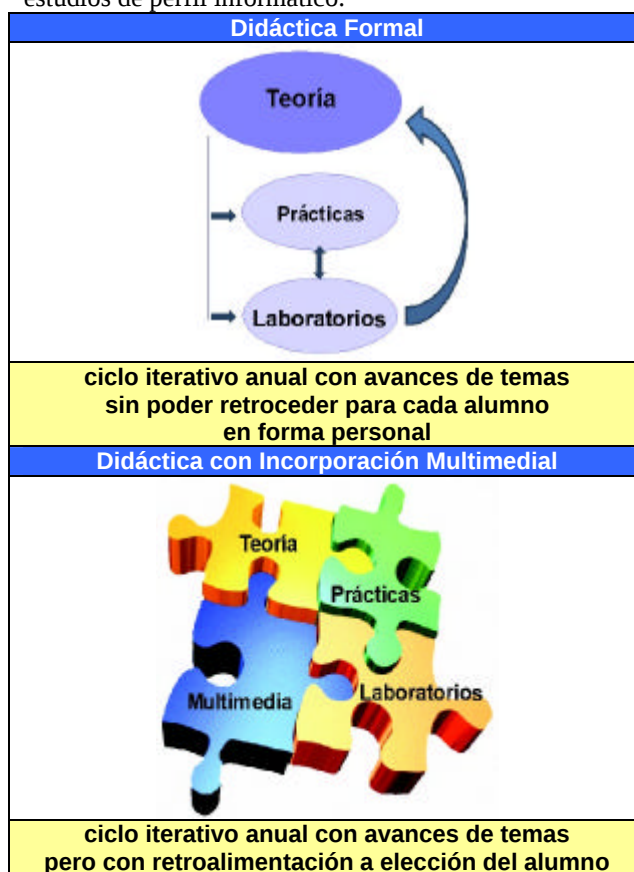


Figura 1. Anclaje de la multimedia como recurso incorporado a la didáctica de la materia

Asimismo, los autores establecen que existen factores de índoles diversas intervinientes en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la programación destacando aquellos con génesis en el sujeto como aprendiz como en los métodos y recursos usados.

Coincidimos con los mismos autores en que la comprensión de la programación es intrínsecamente difícil para principiantes.

Por otra parte, se destaca que los mismos estudiantes de programación, en un inicio, carecen de la capacidad efectiva para descomponer el problema en sub-problemas que faciliten la solución.

Según Ausubel et al (1991 [1]) aprender significativamente es un proceso activo que supone modificar los propios esquemas de conocimiento, reestructurar, revisar, ampliar y enriquecer las estructuras cognitivas. Para ello es fundamental el esfuerzo cognitivo, donde el estudiante a partir de sus capacidades y conocimientos previos, su nivel evolutivo, su interés, logre aprendizajes significativos y transferibles a otras situaciones, mediante una continua actividad mental en consonancia con la naturaleza de los aprendizajes que se pretenden, desarrollando las capacidades y las estructuras mentales mediante el ejercicio de actividades cognitivas del tipo: comprender, comparar, relacionar, analizar, sintetizar, imaginar, resolver problemas, crear, experimentar, explorar, reflexionar.

Al respecto, la resolución de problemas en el aula es una habilidad mediante la cual el estudiante externaliza el proceso constructivo de aprender, convierte en acciones los conceptos, las proposiciones o los ejemplos, a través, fundamentalmente, de las interacciones con el profesor y los materiales instruccionales (Costa y Moreira, 2001 [4]).

Por otra parte, si bien estos procesos cognitivos son intrínsecamente individuales, es altamente positivo que las actividades que los promueven sean llevadas a cabo colaborativamente. En este aspecto, y en un marco de condicionantes institucionales, tecnológicos, sociales, curriculares, es el docente, en su rol de creador de situaciones en un ambiente de aprendizajes (Marchisio, 2003 [7]) multimedial, quien ha de intervenir, diseñar, poner a disposición, combinar materiales, actividades y estrategias, orientando y dinamizando los procesos comunicativo – didácticos requeridos.

En este contexto, un sistema multimedia se concibe básicamente en el marco de lo que Wertsch (1993 [12]) denomina acción mediada. Esto se liga fuertemente a lo que Vygotsky (1977 [11]) concibió como zona de desarrollo próximo y con ella, al andamiaje, entendido como una situación de interacción educativa, a través de la cual lo intersubjetivo se convierte en intrasubjetivo.

Asimismo, en el marco de la confluencia tecnológica y pedagógica en un entorno web que cada vez más habilita la adaptabilidad a usuarios y la atención a diferencias individuales, el sistema alcanza niveles de plataforma multimedia, ganando en ubicuidad para el acceso y en potencial colaborativo.

De ahí que puede constituirse, -integrada en estrategias didácticas adecuadas-, en un medio idóneo

para facilitar el desarrollo de los procesos cognitivos complejos requeridos para un aprendizaje significativo, idiosincrásico, pero compartido, de la programación estructurada.

Consideramos relevante en relación con la multimedia:

- establecer propósitos educativos claros y adecuados
- seleccionar en cada caso los medios y su articulación en una composición multimedia que resulte adecuada a dichos propósitos
- desarrollar la secuencia de los temas según su dificultad y relación entre ellos, respetando los niveles cognitivos y de aprendizaje, y en acuerdo con enfoques disciplinar y didácticos
- diseñar y elaborar actividades de aprendizaje y de evaluación que integren recursos y estrategias metodológicos articulados convenientemente en cada tema, aprovechando asimismo la posibilidad de confluencia de distintos recorridos y mensajes que proporciona el multimedia
- prever modos de articulación en uso en el contexto didáctico así como momentos y estrategias de evaluación del recurso multimedia en función de los propósitos que orientan su diseño.

Metodología

La asignatura Algoritmos y Estructuras de Datos, integra el plan de estudios de la carrera Ingeniería en Sistemas de Información. En ella se pretende iniciar la formación del profesional en sistemas, en el área de la programación estructurada aplicable en distintos ámbitos y enfoques, e involucrando administración y manejo de datos.

En ella se propone informar y formar en metodologías, técnicas y lenguajes de programación, como herramientas básicas para el desarrollo de software, introduciendo al estudiante de primer año de la carrera en el desarrollo de algoritmos.

La organización temática presenta una continuidad desarrollada mediante un encastre de temas perfectamente relacionados con un grado de complejidad conceptual creciente. Entre ellos, el concepto de Programación Descendente se ha seleccionado para el desarrollo del multimedia. El mismo presenta históricamente grandes dificultades a los estudiantes, su dominio es además clave a los fines de alcanzar una verdadera comprensión de la metodología de programación estructurada, basada conceptualmente en la metodología estructurada descendente o programación Top-Down. Esta metodología brinda, por otra parte, mayores posibilidades para el desarrollo de actividades que pongan en juego procesos cognitivos complejos, donde se deba demostrar creatividades específicas mediante el andamiaje de conocimientos.

La materia cuenta con material didáctico (ejercitación), la cual se resuelve en forma grupal tanto en las aulas como en los laboratorios destinados para tal fin, guiados por un docente quien acompaña en la resolución dando las explicaciones concretas para cada tema y dejando espacios de creación personal para los alumnos, con las consiguientes restricciones propias del tiempo. Esto resulta en que no todos adquieren los conocimientos necesarios en dichas horas cátedras.

Si bien, finalizadas las clases, se les entrega una práctica adicional para poder avanzar autónomamente y traer las soluciones y/o dudas a horarios de consultas, no existe la motivación (excepto actitud individual) para cumplir con dicho objetivo, que es el de la dedicación personal en un horario sin presiones y sin recursos técnicos totalmente adecuados.

La materia es anual, y para el seguimiento individual se les exigen tres (3) instancias de evaluación. Se trata de parciales que incluyen todos los temas dictados y practicados en clases en un único ejercicio que simula un problema real, el cual deberá resolverse de la mejor forma posible para alcanzar el objetivo solicitado. En el mismo se puede utilizar cualquiera de los recursos conocidos hasta el momento, siempre que se puedan controlar los datos y entregar los resultados concretos.

Como segunda forma de seguimiento, se incorporan tres (3) trabajos prácticos grupales, los cuales tienen la intención de hacer un proyecto más complejo, ya basado en la mirada sistémica. El trabajo lo realizan en sus tiempos libres, en grupos de no más de cuatro (4) alumnos, en sus propios equipos o en las PC de la Universidad, tienen un mes para su desarrollo con clases de consultas personales y/o vía mail. Finalizado el plazo de entrega, con la aprobación del mismo por parte del docente, lo exponen ante el resto de los compañeros en una clase oral en los laboratorios, compartiendo y discutiendo con el resto del curso los logros mediante las diferentes complicaciones que han sido superadas, tanto en la técnica como en las herramientas. En muchas ocasiones, se realizan ajustes que devienen de esas discusiones grupales.

En las etapas individuales como en las grupales, la evaluación considera: los recursos utilizados, la lógica aplicada, las herramientas usadas, si alcanzaron el o los objetivos propuestos y si los datos finales son concordantes con la información solicitada o esperada por el usuario del sistema.

Debemos tener en cuenta que las instancias individuales son realizadas en lápiz y papel, mientras que, las grupales, son desarrolladas y presentadas en PC de los laboratorios de la universidad.

Es en ese momento donde el alumno puede reflejar todo lo aprendido en clases, viendo su proyección de futuro profesional sobre el diseño de pequeños sistemas,

tarea en la cual comienza a afianzarse adquiriendo mayor seguridad.

Podríamos decir que la ejecución del software que logran crear, es el reflejo de sus habilidades y logros.

En las seis (6) instancias, es donde se reflejan las diferencias cognitivas y los diferentes esfuerzos para alcanzar dichos objetivos, pero también se visualiza a todos aquellos alumnos que por diferentes motivos se van quedando o retrasando en el cumplimiento de estas expectativas, lo cual nos lleva a pensar en la incorporación del recurso multimedia como material didáctico sumativo a la didáctica actual.

Recursos que Combina la Plataforma Multimedia

La plataforma multimedia se desarrolla con la herramienta de trabajo Dreamweaver para obtener las diferentes páginas web, guiadas por un menú de opciones. Se conjuga el uso de textos, imágenes, animaciones en Flash, con archivos en formato PDF para poder ser descargados, junto a herramientas de Google para poder realizar las diferentes evaluaciones y seguimientos de cada uno de los alumnos que trabajen con la multimedia.

En una estructura web independiente, integrable a futuro al aula virtual universitario, la plataforma multimedia combina, con estructura de acceso hipertextual, materiales de estudio básicos de la asignatura, tales como: guías didácticas que incluyen desarrollo de contenidos, documentos técnicos, actividades de resolución de problemas y ejercitaciones, casos resueltos a modo de ejemplificaciones y cuestionarios de autoevaluación que incluyen informes de lo realizado al estudiante y, de requerirse, orientaciones adicionales.

Asimismo se incluyen vínculos a sitios web externos destinados a proveer información adicional y retroalimentación con acceso a herramientas de comunicación. Mediante este tipo de vínculos se busca además generar relaciones con referencias a temas complementarios de la propia asignatura así como a problemas de interés.

Se hace uso de juegos, buscando generar un escenario que brinde al estudiante una visión global y completa de la asignatura, a la vez que incentivar la exploración motivadora, la creatividad y la comunicación, indagando en posibles aplicaciones, compartiendo hallazgos y dudas y posibilitando la asignación de sentido al por qué del tema de estudio.

Con ubicación en lugares específicamente seleccionados, según su función, la variedad de recursos multimedia se ensambla conjugando representaciones y mensajes en distintos formatos, a los fines de proveer un entorno que, además de motivador, facilite la

comprensión a diferentes tipologías de estudiantes y sea coherente con distintos modos de lectura, respetando así la singularidad psíquica de cada estudiante (Bembenaste, 1995 [2]).

El desarrollo incluye además un glosario de conceptos fundamentales y un calendario que facilite al estudiante situarse temporalmente en coherencia con los tiempos curriculares de la asignatura. Al respecto, si bien se prevé en este caso la incorporación del multimedia en forma complementaria a la actividad presencial (modalidad b-learning), también podría ser empleada en modalidad totalmente a distancia, según necesidades y condiciones institucionales y curriculares.

Se prevé la asignación personalizada de diferentes perfiles de usuario; involucrando al menos, profesor y estudiante. Cada estudiante con su clave accederá a todo el material disponible en la plataforma, mientras el profesor podrá monitorear avances, contabilizar accesos y analizar, eventualmente, los recorridos realizados facilitando la función docente.

El estudiante, puede realizar entregas periódicas sustento de la evaluación formativa para su autoevaluación de avance apoyado en la multimedia.

La web otorga flexibilidad posibilitando que el profesor sea el administrador que proporciona y gestiona la información y contenidos, actuando directamente como orientador del proceso educativo, con una herramienta más a su didáctica.

Es claro que la creación de un programa educativo es un proceso complejo que requiere de un conocimiento muy amplio de la materia que se va a programar, del lenguaje de programación que se utilizará, y sobre todo, de la interacción que deseamos existan entre los estudiantes y la multimedia.

Por tal motivo el proceso que se lleva a cabo para el desarrollo del material multimedia incluye modelado, implementación y prueba, implicando las siguientes acciones, entendidas como etapas del desarrollo:

- Etapa 1: Estudio de factibilidad en el contexto educativo específico analizando posibles problemas y soluciones para definir / ajustar el proyecto.
- Etapa 2: Realización de un esquema de cómo será el diseño gráfico que se presentará en formato multimedia, en coherencia con las decisiones pedagógicas.
- Etapa 3: Desarrollo y programación de cada una de las unidades temáticas o áreas de interés.
- Etapa 4: Puesta a prueba / evaluación de la multimedia y posterior distribución a todos los involucrados.

Para el desarrollo práctico de esta multimedia, los pasos a seguir en cada tema, no necesariamente en orden consecutivo son:

- Elegir el tema que se desea enseñar de forma interactiva, enunciando los objetivos educativos que se pretenden con el programa.
- Plantear la situación concreta, traduciéndola a líneas de código.
- Diseñar la interfaz que utilizará el estudiante con el programa.
- Describir claramente el propósito del programa, el modo de utilización, las actividades a desarrollar.
- Fijar metas claras y adecuadas
- Establecer los contenidos según el propósito didáctico
- Desarrollar la secuencia de temas según su relación y grado de dificultad
- Establecer los recursos a ensamblar y su articulación atendiendo a criterios pedagógicos, y comunicacionales
- Diseñar las actividades de evaluación y los modos de seguimiento y orientación de los aprendizajes favoreciendo que el estudiante alcance un meta conocimiento sobre sus propias dificultades y logros

Para alcanzar los lineamientos generales se parte de una Ficha técnica, sobre la cual se avanza en diferentes etapas:

1. Desarrollo de todos los contenidos teóricos del tema motivo de la multimedia
2. Desarrollo de cuestionarios, ejercicios, problemas resueltos, etc.
3. Establecer las vinculaciones entre la teoría y cada una de las prácticas, a fin de favorecer la interconexión entre las diferentes propuestas de temas relacionados, para un enfoque global.
4. Definir ubicación de audio, imágenes, animaciones, videos ó enlaces a otros materiales.
5. Establecer un calendario, para que el estudiante relacione sus tiempos con los tiempos de la cátedra.
6. Presentación de un glosario, para adquirir el lenguaje correcto con el cual debe vincularse.
7. Mapa de sitio (sitemap), que le permita al alumno saber donde está posicionado y hacia donde puede volver a dirigirse.

Esta ficha técnica, deberá tener una correlación con la didáctica de la clase presencial, lo cual implica que su formato impreso es aval de la multimedia.

Por último, cabe destacar que en un contexto delineado por las necesidades de formación que impone la sociedad del conocimiento, resulta necesario incorporar estrategias que atiendan no sólo a la singularidad desde la relación profesor – estudiante, sino también contemplando la riqueza de los aprendizajes entre pares en un contexto de verdadera interactividad educativa, por lo cual se hace un análisis de las preferencias individuales.

Como se ha expuesto, se entiende que si se pretende operar cambios e innovaciones metodológicas, basadas en el re-diseño de los modos en los que el mensaje didáctico es representado, comunicado y re-elaborado en un contexto de interacciones instruccionales mediadas, resulta relevante centrar la atención en el conocimiento de las diferencias individuales de los estudiantes en lo relativo a la percepción y el procesamiento como también a las preferencias de modalidad sensorial a la hora de seleccionar y procesar información.

Desde la perspectiva de este proyecto, el análisis de este aspecto, resulta relevante si lo que se persigue es la mejora de los aprendizajes en el contexto curricular, por tal motivo se ha realizado un basto recorrido sobre las diferentes teorías de estilos de aprendizajes, entre las cuales se consideró el análisis realizado por Kolb, en lo referente a percepciones y procesamiento.

Kolb (1970 [6]) identificó dos dimensiones principales del aprendizaje: la percepción y el procesamiento. Considera que el aprendizaje es el resultado de la forma en que las personas perciben y luego procesan lo que han percibido.

Según este modelo un aprendizaje óptimo es el resultado de trabajar la información en cuatro fases, según la denominada “rueda del aprendizaje de Kolb”. (ver figura 2).

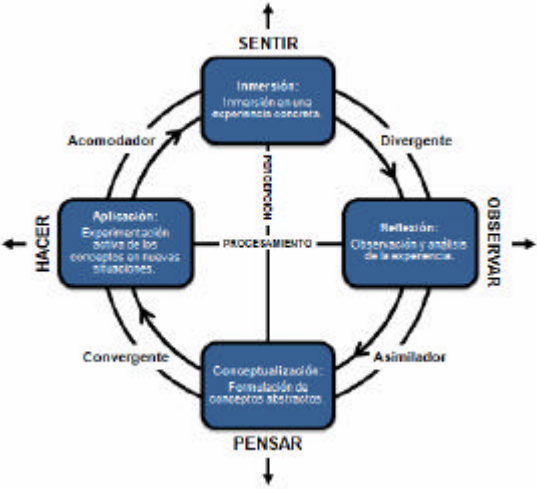


Figura 2. Fuente: Kolb, 1970 citado en Lozano, 2000, pp. 71

En el marco de este modelo, Kolb describe dos tipos opuestos de percepción:

- las personas que perciben a través de la experiencia concreta, y
- las personas que perciben a través de la conceptualización abstracta.

A medida que iba explorando las diferencias en el procesamiento, Kolb también encontró ejemplos de ambos extremos:

- algunas personas procesan a través de la experimentación activa (la puesta en práctica de las implicaciones de los conceptos en situaciones nuevas),
- mientras que otras a través de la observación reflexiva.

La yuxtaposición de las dos formas de percibir y las dos formas de procesar es lo que llevó a Kolb a describir un modelo de cuatro cuadrantes para explicar los estilos de aprendizaje, según el alumno pueda:

- involucrarse enteramente y sin prejuicios a las situaciones que se le presenten,
- lograr reflexionar acerca de esas experiencias y percibirlas desde varias aproximaciones,
- generar conceptos e integrar sus observaciones en teorías lógicamente sólidas,
- ser capaz de utilizar esas teorías para tomar decisiones y solucionar problemas.

De estas capacidades: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa, se desprenden los cuatro estilos de aprendizaje, definiendo alumno convergente, divergente, asimilador ó acomodador.

El modelo de Kolb crea un panorama que ha servido como punto de partida para el desarrollo de otros modelos, y que ha sido muy útil al momento del desarrollo de la multimedia.

En lo relativo a las preferencias de los estilos de aprendizajes, de la revisión del marco teórico, en particular, surge que el modelo de Fleming y Mills (1992 [5]) ó modelo VARK (ver tabla 1) aporta al conocimiento de preferencias a través de la aplicación de un instrumento ampliamente validado.

Los autores no hablan de fortalezas, sino de preferencias sensoriales, dado que las personas tienen una variedad de enfoques diferentes para el aprendizaje, consideran que cada una de ellas reciben información constantemente a través de los sentidos y que el cerebro selecciona parte de esa información -a la que le prestan atención en función de sus intereses- e ignora el resto, pero también influye cómo se recibe dicha información.

El nombre VARK tiene su origen en las siglas en inglés de las modalidades sensoriales que identifican:

Tabla 1: Modelo VARK

V	A	R	K
visu al (visu al)	auditiv o (auditor y)	leer (read write)	quinésico (kinesthetic)



Procesamiento de Datos y Resultados

Con el fin de identificar el tipo de alumnado que haría uso de la multimedia, se optó por implementar el modelo VARK de forma voluntaria.

De un total de setenta y seis (76) notificaciones, que se enviaron para la realización del cuestionario VARK, veintiún (21) alumnos se sumaron a la propuesta y dieron sus preferencias.

Cabe destacar que ninguna encuesta debió ser descartada, dado que todos los que participaron lo hicieron correctamente.

El procesamiento se realizó siguiendo el procedimiento indicado por Fleming y Mills (1992). El mismo incluye una “Tabla de puntuación” que indica la letra (valor) a asignar a cada categoría de respuesta en cada uno de los 16 ítems. Los valores posibles son V, A, R, y K, representando las cuatro modalidades del modelo. A partir del conteo de la cantidad de letras V – A – R ó K acumuladas para cada ítem del cuestionario se obtiene la “Tabla de Evaluación”.

Question	a category	b category	c category	d category
1	K	A	R	V
2	V	A	R	K
3	K	V	R	A
4	K	A	V	R
5	A	V	K	R
6	K	R	V	A
7	K	A	V	R
8	R	K	A	V
9	R	A	K	V
10	K	V	R	A
11	V	R	A	K
12	A	R	V	K
13	K	A	R	V
14	K	R	A	V
15	K	A	R	V
16	V	A	R	K

Figura 3. Tabla de puntuación cuestionario VARK

En la siguiente tabla (ver Figura 4) se sintetizan los totales que surgen de sumar la frecuencia acumulada de cada modalidad V, A, R, y K para la muestra, tomada ésta como unidad de análisis, según las consignas de la tabla de puntuación (ver Figura 3).

Los valores expuestos en la tabla permiten caracterizar al grupo de estudiantes de la muestra como multimodal;

se distinguen además dos preferencias sensoriales, la Quinestésico (K) y Lectura / escritura (R), con mayores frecuencias acumuladas: 156 y 150, respectivamente. En la muestra estudiada, la preferencia Auditiva (A) ocupa el tercer lugar (138), y por último, se ubica la preferencia Visual, con 97.

RESULTADOS

V	Visual (Visual)	97
A	Auditivo (auditory)	138
R	Lectura / Escritura (read/write)	150
K	Quinésico (kinesthetic)	156

Figura 4. Tabla de resultados.

Fuente: Datos propios de la encuesta

Con el propósito de conocer de manera más personalizada el grupo de alumnos con los cuales se llevaría a cabo la prueba del proyecto multimedial, para luego poder someter a discusión los resultados obtenidos, se propusieron realizar dos encuestas. Se destaca que el cuestionario VARK se realizó vía mail y las encuestas fueron presenciales.

Las mismas se hicieron sobre un total de cuarenta y ocho (48) alumnos, que asistían a dos (2) comisiones de veintiséis (26) y veintidós (22) respectivamente, en el turno mañana en la cátedra Algoritmos y Estructuras de Datos.

La primera encuesta, se realizó al finalizar el primer cuatrimestre, en forma presencial pero anónima, con un objetivo de diagnóstico basada conceptualmente en conocer el conjunto de alumnos, como se relacionaban con la materia, si tenían conocimientos previos sobre el tema, si habían recibido instrucción multimedial en otras ocasiones, entre otras.

Los resultados obtenidos de la misma, dieron como respuestas temas relevantes para avanzar con el propósito de este proyecto, rescatando la siguiente información:

- Todos los alumnos (100%) disponían de computadora/netbook en sus domicilios
- La mayoría (84%) no cursó materias de lógica.
- Los alumnos que trabajaban representaban el 2%.
- Les costaba resolver en forma independiente los ejercicios al 90%
- No recibieron educación multimedial en otras materias de la carrera (100%).

- Si recibieron educación multimedial previa en las instituciones medias (80%).

Durante el mismo período los alumnos rindieron el parcial impuesto por la cátedra.

Del Primer parcial, el cual se tomó en ambas comisiones, con el mismo tema: Diagramación Lineal y el mismo objetivo: desarrollar un ejercicio en un único Diagrama de Chapín, los resultados fueron similares: en la primera comisión aprobó el 82% y en la segunda comisión aprobó el 84%.

Al comienzo del segundo cuatrimestre, sobre una de las comisiones se decidió incorporar la multimedia a modo experimental accediendo a ella en los laboratorios de la Facultad.

Finalizando el año académico, se realizó el segundo parcial de la materia y la segunda encuesta al mismo grupo de alumnos.

La misma consistió en incorporar siete (7) preguntas al grupo que había trabajado con la multimedia, para evaluar así las diferentes metodologías didácticas utilizadas. En particular el objetivo era determinar que obstáculos tuvieron a lo largo del año académico, comparando entre ambas comisiones los logros obtenidos.

Los alumnos de la comisión 1, realizaron la encuesta sin las últimas siete (7) preguntas, en cambio los de la comisión 2, realizaron la encuesta completa.

Las respuestas de los alumnos de la primera comisión, fueron desfavorables, en el sentido que la mayoría (78%) estableció dificultad al momento de trabajar fuera del aula y de no tener más elementos para repasar.

En cambio, en las respuestas de la comisión 2, todos coincidieron que no les faltó información fuera del aula, que tenían elementos para repasar y en lo relativo a las respuestas de las últimas siete (7) preguntas fueron positivas, tanto a favor de la motivación y la ayuda con que contaron al trabajar con el proyecto multimedial, como la concordancia con lo que hacían en clases. Resultados que coincidieron con lo que se vio reflejado en el segundo parcial.

En relación al segundo parcial, con la misma temática que el anterior, donde el tema era Programación Estructurada y el objetivo: desarrollar un ejercicio utilizando más de dos bloques en Diagrama de Chapín, se comenzó a notar la diferencia entre ambas comisiones: en la comisión donde se trabajó en forma tradicional aprobó el 49% y en la comisión que se les entregó la multimedia aprobó el 87%.

El análisis comparativo de las encuestas y las evaluaciones, marcaron el avance de cada comisión en relación al objetivo propuesto de poder identificar la posibilidad de colaborar en el proceso de enseñanza-aprendizaje incorporando la multimedia educativa.

Etapas de Desarrollo

Se hicieron diferentes pruebas en cuanto a la imagen de interface multimedia-alumno (ver Figura 5), a fines de analizar la mejor estructura superficial tal que facilite la lectura e interpretación de los temas, la ejercitación relacionada y la comunicación automática con el docente responsable.



Figura 5. Página de inicio de la multimedia

Dicho proceso constó de varias etapas las cuales debían estar perfectamente relacionadas para alcanzar el objetivo específico del aprendizaje significativo de cada uno de los temas.

El esquema visualizado en la Figura 6, sintetiza el orden seguido.

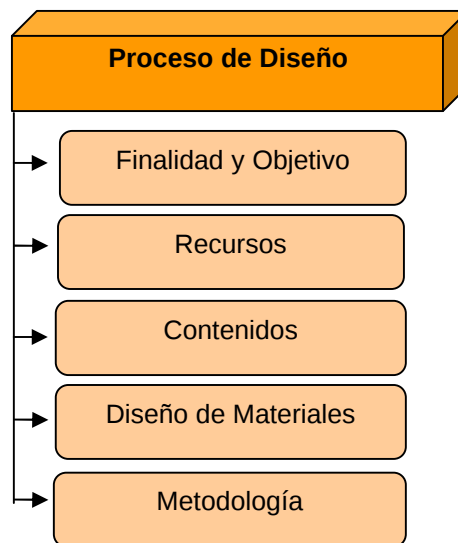


Figura 6. Orden en el que se desarrolló el Proceso de Diseño, para su implementación

La representación debía ser concisa con posibilidades de enlaces jerárquicos tanto verticales como horizontales,

resultando un ambiente ideal para crear el entorno navegable en el cual los estudiantes pudiesen encontrar la información específica, como así también deambular por el ambiente investigando diversos temas.

Entre las actividades que se desarrollaron propias de los contenidos a transmitir, se sumaron todas aquellas relacionadas a lo visual:

- Tratamiento de imágenes (selección por temática y tamaño)
- Grabación de sonido
- Diseño de una secuencia instruccional
- Creación del mapa conceptual de navegación
- Generar el guión multimedia
- Crear efectos animados
- Buscar información en la red virtual, entre otras.

Cada una de las etapas implicaron análisis y diseño desde lo general a lo particular, donde se involucraron todas y cada una de las páginas.

Se establecieron en primer lugar las pautas principales sobre las cuales el alumno debería focalizar su conocimiento.

Ante un análisis de la teoría que debía estar contenida en cada una de las página de la multimedia se priorizó en forma jerárquica a cada contenido diseñando una pirámide de información con un correspondiente orden lógico, dando como resultado los íconos de acceso desde la página principal de la multimedia actuando como un menú de opciones.

A ello siguió la producción temática de cada página, estableciendo sus contenidos; con particular atención a los trabajados en la asignatura como contenidos teóricos y prácticos.

Se tuvo en cuenta el concepto comparativo de cómo se realizan las lecturas en textos impresos en relación a textos digitales, donde las densidades de lectura eficaz se reducen considerablemente cuando se hacen desde pantalla y son los elementos multimedia los que refuerzan la lectura comprensiva y favorecen la asimilación conceptual.

La estructura teórico – conceptual fue organizadora del diseño de la página web y las actividades planteadas en el estudio del tema desde un enfoque práctico se fueron incorporando con adecuación a las diversas formas de representación.

Siguiendo la línea teórica, se buscó transmitir, con lenguaje preciso, pero didácticamente elaborado, la idea conceptual del tema, no con una formulación tipo libro, en primer lugar porque no se intentaba reemplazar dicho material de estudio.

Desde la perspectiva de la práctica, la elaboración en esta etapa implicó realizar diseños mediante herramientas adicionales como Power Point, Flash, Acrobat, generando de esta forma ejemplos dinámicos para que el

alumno vea una representación gráfica como modelo a seguir dentro de sus actividades de aprendizaje.

Lo que quedó reflejado como primera ejercitación, fueron ejercicios realizados en Flash, donde se visualiza el orden lineal de una diagramación de Chapin inicial.

Se sumaron representaciones en Power Point, que reflejan la resolución completa de una temática con un nivel de complejidad superior. Cada ejercitación se vinculó con su marco teórico (ver Figura 7).

Se incorporaron elementos motivadores y prácticas activas basadas en material multimedia, con perfil afectivo. Esto surgió de la investigación sobre estilos de aprendizaje.

Específicamente se incorporaron juegos de ingenio, se vincularon videos de Youtube colaborativos en el aprendizaje de esta ciencia, junto a un modelo guiado de autoevaluación de avance sobre un tema destinado al manejo de archivos, permitiendo en todos los casos la retroalimentación de la información, mediante la incorporación de medios para la comunicación electrónica con el docente, bajo el concepto de contacto permanente del alumno con el docente.



Figura 7. Modelo de página para el aprendizaje de una Estructura de Control

Este contacto se incorpora a los fines de facilitar la realización de consultas y el pedido de orientaciones en el momento que se requieren, sin necesidad de cambiar de página.

Este proceso implicó, el diseño de la comunicación vía mail visible en todas las instancias de aprendizaje, para que puedan consultar automáticamente las dudas que le surjan en ese momento, sobre el tema de estudio en el que está posicionado, lo cual facilitaría la concentración en el tema que está practicando en ese preciso momento, sin tener que buscar dentro de la multimedia el vínculo (ó página) de contacto con el docente.

Se destaca que la generación automática del envío de mail, solo funciona cuando la multimedia esta

ejecutándose en un servidor online, no si se ejecuta desde una unidad de memoria auxiliar.

Si bien por cada página, se trabajaron las cuatro instancias, en la multimedia quedó reflejado como un único bloque ramificado y relacionado con la complejidad propia del tema abordado.

Analizando los posibles recorridos, la multimedia se inicio bajo la ejecución de la página index.htm y está diseñada con distintos tipos de recorridos:

- Desde el menú principal como encabezado de cada una de las páginas, se encuentran los temas principales de estudio, los cuales reflejan un orden lógico de avance de izquierda a derecha.
- Por cada una de las páginas a las que accede, al final de la misma se encuentra con dos posibilidades, avanzar o retroceder. En ambos casos llevará al usuario al tema anterior o posterior según el orden consecutivo seguido en las clases presenciales para el tratamiento del tema específico. De este modo se estableció un correlato directo con el dictado al que el estudiante está asistiendo.
- Cada página en particular cuenta con links específicos para vincular a un ejemplo o a otro tema relacionado con el mismo, cuya lectura sea fundamental para diferenciar, integrar, o concluir una idea.
- El borde derecho de cada página muestra todas las posibles páginas que están relacionadas al tema en cuestión pudiendo elegir cualquiera de ellas.

Entre otras condiciones, esto facilita la no desorientación del alumno mientras le otorga la libertad de elección, informándole acerca de todo lo que debería recorrer para acceder a la lectura multimedial completa de cualquiera de los temas reflejados en el menú principal.

Durante todo el proceso de realización se trabajó sobre la actualización de conocimientos, búsqueda y análisis de cada herramienta (campo en permanente evolución) a los fines de enriquecer y perfeccionar el sistema multimedia educativo.

Conclusiones e Implicancias Prácticas

Conocidas las grandes dificultades que representan para los estudiantes de los primeros cursos de Ingeniería en sistemas de información el aprendizaje de la programación estructurada, la importancia que reviste en lo formativo superar esas dificultades y entendiendo desde la cátedra que era factible de abordar la enseñanza de dicho tema con enfoque multimedia, este proyecto se planteó como el objetivo del diseño, desarrollo y evaluación de un sistema multimedia educativo válido para estudiantes de Ingeniería en Sistemas de Información.

Desde la indagación teórica y a través del trabajo experimental, con aportes de la investigación empírica fue posible:

- Describir las dificultades de aprendizaje de los temas vinculados a la programación estructurada como “contenido a enseñar” en los primeros cursos de Ingeniería en sistemas de información
- Aportar a la elaboración de una metodología de diseño y producción de multimedia educativo superadora, que contemple dimensiones tecnológicas, comunicacionales y educativas, reconozca las preferencias individuales y busque promover la construcción de aprendizajes significativos y contextualizados en la temática considerada.
- Valorar si el sistema multimedia elaborado atendiendo a lo anterior se constituye en un recurso apto para promover la construcción de aprendizajes significativos en Algoritmos y Estructuras de Datos.

La puesta en marcha del proyecto promovió el ajuste y enriquecimiento de los objetivos inicialmente planteados, destacándose la necesidad de incorporar el estudio de variables que resultan de la indagación epistemológica, psicológica y curricular, involucrando dimensiones disciplinares, didácticas y cognitivas, llegándose a: Caracterizar dificultades de aprendizaje de la programación como “contenido a enseñar” en primeros cursos de Ingeniería en Sistemas de Información.

De ello resultó la necesidad de considerar además, aspectos tales como:

- La insuficiente formación previa en el área de los estudiantes de los primeros cursos.
- Las particulares necesidades / condiciones que impone la llamada “sociedad del conocimiento” a la educación universitaria en general, y a la formación en Ingeniería en Sistemas de Información en particular.
- La función mediadora y cognitiva de los nuevos entornos multimedia interactivos basados en actuales tecnologías de información y comunicación (TIC).
- El estudio de estos aspectos fue abordado en un primer período de toma de conciencia sobre las supuestas necesidades en el ámbito de aprendizajes significativos.

En forma paralela se avanzó en:

- La actualización de conocimientos, búsqueda y análisis de herramientas de software con miras a la toma de decisiones en relación con las posibilidades de diseño y de realización del sistema multimedia educativo propiamente dicho.
- La elección de un instrumento que permita caracterizar, - en coherencia con el marco teórico enriquecido por los avances logrados en la primer

etapa -, diferencias individuales y estilos cognitivos de los estudiantes destinatarios del sistema multimedia. En relación con ello, luego de una exhaustiva revisión de antecedentes y pruebas preliminares se resolvió emplear el cuestionario VARK. La elección se fundamenta en tanto se ha demostrado científicamente (con el aval de publicaciones reconocidas a nivel internacional) que, a través del mismo, es posible caracterizar la modalidad de percepción sensorial (auditiva, visual, táctil, etc.) preferente de los estudiantes a la hora de procesar información.

Con referencia a lo primero, y sin perder de vista el destinatario, los objetivos de aprendizaje y las dificultades que los estudiantes presentan al momento de abordar el estudio del tema, así como las estrategias comunicativo-didácticas que a priori se presentan como más apropiadas y consistentes con lo anterior, se encaró el diseño de un primer prototipo.

Para ello se focalizó en el análisis de variables de índole tecnológico, atendiendo a criterios de usabilidad y reusabilidad, expansión de uso, posibilidades de actualización, economía de diseño, ductilidad para el manejo de la imagen visual, accesibilidad, interoperabilidad, durabilidad, posibilidad de complementariedad e integración de mensajes en distintos formatos y del propio sistema con otros recursos didácticos.

Desde esta perspectiva, se analizaron las diferentes herramientas de software disponibles en el mercado, bajo la filosofía del software libre, con el objetivo de que la multimedia producida pueda ejecutarse en cualquier equipo, independiente del sistema operativo que tenga instalado, como así también, que la ejecución de la misma no dependa de actualizaciones periódicas por modificación de software de base, ni de las nuevas tecnologías.

En lo operativo, el análisis-diseño que implicaron el diseño de cada página incluyó el establecimiento de las pautas principales sobre las cuales el alumno deberá focalizar su conocimiento.

Ante un análisis de toda la teoría que debe estar contenida en cada una de las páginas de la multimedia se priorizó en forma jerárquica cada contenido, generando una pirámide de información con un orden lógico.

Desde la perspectiva del aprendizaje significativo, el diseño debe acompañar, en principio, la secuenciación y diferenciación progresiva de conceptos, resultando, en acuerdo con ello y en lo operativo del diseño, la realización de un mapa conceptual, la toma de decisiones sobre la organización y secuenciación de las pantallas, la definición de los íconos de acceso desde la página principal y el menú de opciones.

El desarrollo de estrategias comunicativas se trabajó en la integración de contenidos teóricos y prácticos a

través del empleo de ejemplificaciones. En relación con esto, los aspectos conceptuales y epistemológicos involucrados fueron revisados desde la óptica de la transposición didáctica y la comunicación mediada, el empleo de lenguaje (visual y escrito) claro y preciso, que favorezca la significatividad lógica y psicológica.

Se incorporan herramientas adicionales como Power Point, Flash, Acrobat, generando ejemplos dinámicos que motiven al alumno, a la vez que facilite la comprensión mediando el conocimiento desde la imagen visual (empleo de representaciones gráficas), complementando el texto.

En lo que refiere al procesamiento tecnológico – medial de las ejercitaciones, se utilizó la herramienta Flash a los fines de la diagramación inicial, incluyendo páginas web adicionales con representaciones en Power Point, a los fines de visualizar la resolución completa de una temática con un nivel de complejidad superior.

Para el diseño de evaluaciones y selección de las herramientas de software que operen como sistema de representación en el contexto del multimedia, se evaluaron herramientas de software libre provistas por Google Doc; la secuenciación de las mismas prevé las instancias de evaluación formativa, en una graduación lógica del conocimiento.

La generación mediante página web del contacto permanente del alumno con el profesor que orienta los aprendizajes, se materializa mediante las herramientas de comunicación del estilo mensajería. La misma es visible en todos los casos para evitar, ante una posible duda, el ir y venir del alumno en recorrido multimedial.

Por otra parte, se hicieron diferentes pruebas en cuanto a la imagen de interfaz multimedia-alumno, a fines de analizar la mejor estructura superficial tal que, desde la perspectiva del docente experto, facilite la lectura e interpretación de los temas, la ejercitación relacionada y la comunicación con el docente responsable.

Estos aspectos se conjugaron en un primer diseño a modo de hipótesis buscando generar una herramienta que dé soporte al contenido de aprendizaje a mediar, entendiendo, la multimedia como un canal comunicacional amplio, complejo e interactivo, pero a la vez simple, de modo de conjugar en él, un conjunto de procesos temáticos relacionados con un producido de imágenes, sonidos y movimientos, que aspira a una nueva acción de comunicación no unidireccional.

Los avances alcanzados en estos aspectos se materializaron en una obra inicial que fue sometida a prueba con docentes (evaluación por docentes en calidad de expertos). Esto se llevó a cabo en paralelo con la aplicación del instrumento VARK.

Concretamente, se les solicitó a dos profesores en calidad de usuarios expertos, que identifiquen mediante un recorrido libre por la misma, eventuales dificultades,

potencialidades y mejoras en el acceso, interacción con el recurso, navegabilidad y presentación de contenidos. Los docentes valoraron la facilidad de acceso, el carácter intuitivo del diseño y de la presentación de contenidos. Los mismos opinaron favorablemente sobre la potencialidad didáctica del recurso a los fines de los aprendizajes.

En cuanto a la aplicación del cuestionario VARK a un grupo de alumnos que accedió voluntariamente a cumplimentarlo, se buscó conocer la modalidad sensorial preferente de un grupo de estudiantes (muestra poblacional) a los fines de aportar a la mejora de su diseño.

De la aplicación del instrumento no surgió una tendencia clara, resultado con valores levemente superiores al resto las categorías Kinesthetic (kinestésico) y Read/write (leer/ escribir). Sin desconocer las preferencias restantes en una integración que ha de contener la multimedialidad de los mensajes, se destaca que la categoría kinestésica se asocia al aprendizaje práctico, un aprendizaje que se sostiene en el hacer y/o la experimentación. De ahí que se haya resuelto incorporar actividades con base en casos reales, experimentación, simulaciones y juegos interactivos; donde el estudiante tenga una activa participación y ejercicio de la autonomía en la toma de decisiones para alcanzar los objetivos de aprendizaje.

El conocimiento de los estilos de aprendizaje preponderantes del grupo de alumnos permitió la realización de ajustes en la dinámica hipertextual y la definición de otras alternativas de presentación de un mismo contenido, redundando en la exploración de otros formatos no contemplados previamente, en acuerdo con lo que desde el marco teórico de los estilos de aprendizaje se aconseja para el diseño de las actividades de aprendizaje, la presentación de la información relacionada y la incorporación de diferentes modos de acceso a la información y recorridos del sistema multimedia.

La optimización del diseño, se aplicó en adecuación a normas de seguridad informática y exploración de nuevas herramientas para la educación tecnológica. En relación con ello, el sistema multimedia adopta, en la actualidad, la forma de una plataforma web interactiva. Por ello se exploraron posibilidades didácticas y tecnológicas de los llamados laboratorios virtuales y remotos, recursos didácticos que en un mundo hiperconectado, aprovechando la rapidez de intercambio de grandes paquetes de información para el telecontrol y la telemedición y la interoperabilidad hoy alcanzados, se presentan posibles de incorporar en el ámbito de la formación tecnológica a los fines de enriquecer entornos educativos multimedia.

Con referencia a la seguridad, otro aspecto vinculado al diseño del sistema multimedia sobre el que se trabajó

es el relativo a la forma de acceso a la herramienta por parte del alumno, mediante claves de acceso.

En breve síntesis, este primer intento de acercar a los alumnos una herramienta de apoyo al dictado de la materia, con el simple objetivo de colaborar en el proceso de enseñanza-aprendizaje, dio resultados positivos.

Por tal motivo y en pro de la mejora continua, es que esta multimedia, que se inició a modo de prueba, se continua ampliando hasta desarrollar todo el temario académico con adaptaciones permanente para poder ser implementado desde el inicio de cada año lectivo.

Agradecimiento

A la Dra. Susana Marchisio por sus aportes objetivos en el desarrollo de este trabajo y su constante acompañamiento.

Referencias Bibliográficas

- [1] Ausubel-Novak-Hennesian (1991) Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. Ed. Trillás. México
- [2] Bembenaste, N. (1995). Criterios Didácticos y Guión de Hipermedia. Apunte de cátedra. Maestría en Educación Psicoinformática. Universidad Nacional de Lomas de Zamora
- [3] Bindé J. (2005) Hacia las sociedades del conocimiento: Informe Mundial de la UNESCO. París: Colección Obras de referencia de la UNESCO [en línea] http://publishing.unesco.org/details.aspx?Code_Livre=4412
Fecha consulta: 14/12/2011
- [4] Costa, S. y Moreira, M. A. (2001). A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa. Caderno Catarinense de Ensino de Física, 18(3), 263-277.
- [5] Fleming, N. and Mills, C. (1992) Not another inventory, rather a catalyst for reflection. To improve the academy. Vol, 11 pp. 137 – 149.
- [6] Kolb, D. (1970). Aprendizaje y solución de problemas. En Kolb, D. A; Rubin, I. M. & Mc Intyre, J. M. (Eds.), Psicología de las organizaciones: problemas contemporáneos (1ª edición en español, pp. 18-34). Prentice-Hall. Madrid.
- [7] Marchisio, S. (2003): Tecnología, educación y nuevos ambientes de aprendizajes. Una revisión del campo y derivaciones para la capacitación docente. En Revista RUEDA N°5. pp. 10-19
- [8] Marchisio Roggiano y Ortega Carrillo (2007) La enseñanza virtual: situación actual y perspectivas de futuro, en Ortega Carrillo, J. A y Chacón Medina, A.(coord.) Nuevas tecnologías para la Educación en la Era Digital, Ediciones Pirámide, Madrid, España. pp 23 -36.
- [9] Monereo, C. (1994) Estrategias de enseñanza y de aprendizaje. Edit Grao. España
- [10] Soler Pellicer y Lezcano Brito (2009) Ambiente de ayuda al diseño de programas de computadoras y determinación de su eficiencia. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales, 13 (6). Accesible desde <http://laboratorios.fi.uba.ar/lie/Revista/articulos.htm>
Fecha consulta: 05/12/2011

- [11] Vygotsky, L. (1977) Pensamiento y Lenguaje, Ediciones Fausto, Buenos Aires
- [12] Wertsch (1993). Voces de la mente: un enfoque sociocultural para el estudio de la acción mediada. Editorial Visor. Madrid.