



**SECRETARIA DE EDUCACION PÚBLICA**  
**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**  
**UNIDAD UPN 099 D.F. PONIENTE**



**PROYECTO DE INNOVACION DE  
INTERVENCION PEDAGOGICA**

**DESARROLLO DE TECNOLOGIA INFORMATICA APLICADA  
AL SISTEMA ABIERTO DE EDUCACION TECNOLOGICA  
INDUSTRIAL EN EL CENTRO DE ESTUDIOS  
TECNOLOGICOS INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS NO. 49**

**QUE PRESENTAN:**

**EDGAR PAREDES BASILIO  
ADRIAN PAREDES BACILIO  
MARCOS ESPINOSA VALADEZ**

**MEXICO D.F.**

**NOVIEMBRE 2011**



**SECRETARIA DE EDUCACION PÚBLICA**  
**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**  
**UNIDAD UPN 099 D.F. PONIENTE**



**DESARROLLO DE TECNOLOGIA INFORMATICA APLICADA  
AL SISTEMA ABIERTO DE EDUCACION TECNOLOGICA  
INDUSTRIAL EN EL CENTRO DE ESTUDIOS  
TECNOLOGICOS INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS NO. 49**

**PROYECTO DE INNOVACION DE  
INTERVENCION PEDAGOGICA**

**PARA OBTENER EL TITULO DE:  
LICENCIADO EN EDUCACION**

**QUE PRESENTAN:**

**EDGAR PAREDES BASILIO  
ADRIAN PAREDES BACILIO  
MARCOS ESPINOSA VALADEZ**

**MEXICO D.F.**

**NOVIEMBRE 2011**

**DICTAMEN DE TRABAJO PARA TITULACIÓN**

México, D. F., 6 de Junio de 2009.

**C. PROFR. EDGAR PAREDES BASILIO.  
P R E S E N T E.**

En mi calidad de Presidente de la Comisión de Exámenes Profesionales de esta Unidad y como resultado del análisis realizado a su trabajo, titulado:

**DESARROLLO DE TECNOLOGÍA INFORMÁTICA APLICADA AL SISTEMA  
ABIERTO DE EDUCACIÓN TECNOLÓGICA INDUSTRIAL EN EL CENTRO DE  
ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS No. 49**

opción Proyecto de Innovación, a propuesta de la asesora Mtra. Guadalupe G. Quintanilla Calderón, manifiesto a usted, que reúne los requisitos académicos establecidos al respecto por la Institución.

Por lo anterior, se dictamina favorablemente su trabajo y se autoriza a presentarlo ante el H. Jurado que se le designará al solicitar su examen profesional.

**ATENTAMENTE  
"EDUCAR PARA TRANSFORMAR"**

  
  
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
UNIDAD UPN 099  
D.F. PTE.

**MTRA. GUADALUPE G. QUINTANILLA CALDERÓN.  
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE EXÁMENES  
PROFESIONALES DE LA UNIDAD UPN 099, D. F. PTE.**

## DICTAMEN DE TRABAJO PARA TITULACIÓN

México, D. F., 6 de Junio de 2009.

**C. PROFR. ADRIAN PAREDES BACILIO.  
P R E S E N T E.**

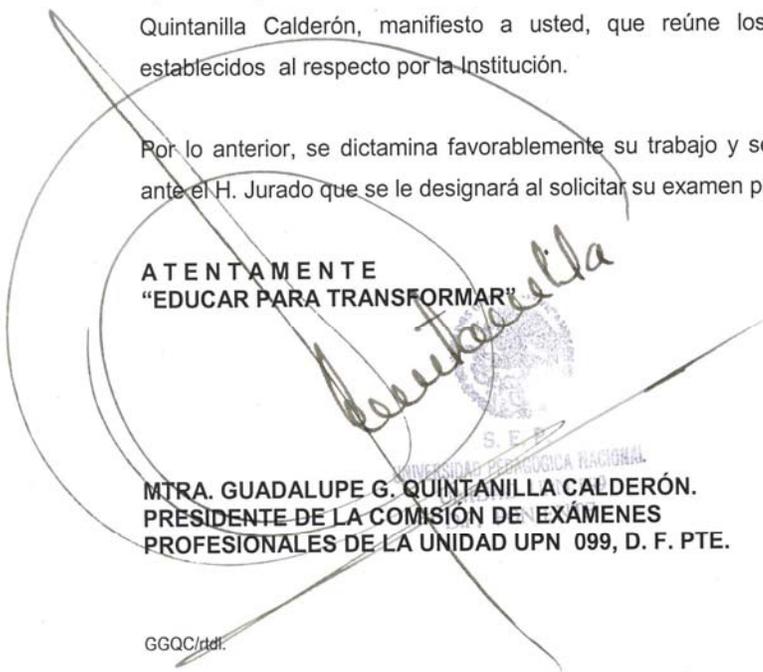
En mi calidad de Presidente de la Comisión de Exámenes Profesionales de esta Unidad y como resultado del análisis realizado a su trabajo, titulado:

**DESARROLLO DE TECNOLOGÍA INFORMÁTICA APLICADA AL SISTEMA  
ABIERTO DE EDUCACIÓN TECNOLÓGICA INDUSTRIAL EN EL CENTRO DE  
ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS No. 49**

opción Proyecto de Innovación, a propuesta de la asesora Mtra. Guadalupe G. Quintanilla Calderón, manifiesto a usted, que reúne los requisitos académicos establecidos al respecto por la Institución.

Por lo anterior, se dictamina favorablemente su trabajo y se autoriza a presentarlo ante el H. Jurado que se le designará al solicitar su examen profesional.

**ATENTAMENTE  
"EDUCAR PARA TRANSFORMAR"**



**MTRA. GUADALUPE G. QUINTANILLA CALDERÓN.  
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE EXÁMENES  
PROFESIONALES DE LA UNIDAD UPN 099, D. F. PTE.**

GGQC/ddi.

**DICTAMEN DE TRABAJO PARA TITULACIÓN**

México, D. F., 6 de Junio de 2009.

**C. PROFR. MARCOS ESPINOSA VALADEZ.  
P R E S E N T E.**

En mi calidad de Presidente de la Comisión de Exámenes Profesionales de esta Unidad y como resultado del análisis realizado a su trabajo, titulado:

**DESARROLLO DE TECNOLOGÍA INFORMÁTICA APLICADA AL SISTEMA  
ABIERTO DE EDUCACIÓN TECNOLÓGICA INDUSTRIAL EN EL CENTRO DE  
ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS No. 49**

opción Proyecto de Innovación, a propuesta de la asesora Mtra. Guadalupe G. Quintanilla Calderón, manifiesto a usted, que reúne los requisitos académicos establecidos al respecto por la Institución.

Por lo anterior, se dictamina favorablemente su trabajo y se autoriza a presentarlo ante el H. Jurado que se le designará al solicitar su examen profesional.

**ATENTAMENTE  
"EDUCAR PARA TRANSFORMAR"**



S. E. P.  
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
UNIDAD UPN 099

**MTRA. GUADALUPE G. QUINTANILLA CALDERÓN.  
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE EXÁMENES  
PROFESIONALES DE LA UNIDAD UPN 099, D. F. PTE.**

## ÍNDICE

	PÁG.
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>25</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>31</b>
OBJETIVO GENERAL .....	31
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	31
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>33</b>
FUNDAMENTOS PSICOPEDAGÓGICOS DE LA ALTERNATIVA .....	33
PRECISIONES CONCEPTUALES .....	35
CLASIFICACIONES DE SOFTWARE EDUCATIVO .....	35
TEORÍAS DEL APRENDIZAJE .....	37
EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE AUSUBEL .....	38
APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO: BRUNER .....	40
LA TEORÍA DE PIAGET .....	42
PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN: GAGNÉ .....	44
EL CONSTRUCTIVISMO DE PAPERT .....	51
CONSTRUCTIVISMO Y MEDIACIÓN .....	55
UN ENFOQUE SISTÉMICO .....	60
EL DISEÑO DE PROGRAMAS VOLÁTILES Y SUBVERSIVOS .....	65
CICLO DE VIDA DE PROTOTIPOS EVOLUTIVOS .....	69
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>76</b>
PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN, INSTRUMENTOS A UTILIZAR Y MÉTODOS PARA EL CONTROL Y CALIDAD DE DATOS .....	85
METODOLOGÍA DE LA ENCUESTA .....	88
<b>PLAN DE ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b> .....	<b>89</b>
MÉTODOS Y MODELOS DE ANÁLISIS DE LOS DATOS SEGÚN EL TIPO DE VARIABLES .....	89
EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO I .....	92
EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO II .....	94
EVALUACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL .....	95
LA EVALUACIÓN INTERNA .....	96
LA EVALUACIÓN EXTERNA .....	97
PROGRAMAS A UTILIZAR PARA ANÁLISIS DE DATOS .....	98
ALGORITMO .....	99
DIAGRAMAS DE FLUJO .....	102
DESARROLLO Y APLICACIÓN .....	105
FOTOGRAFÍAS DEL ENTORNO DE DESARROLLO DEL SIDEM .....	107
FOTOGRAFÍAS DEL SOFTWARE EDUCATIVO MULTIMEDIA GENERADO POR EL SIDEM .....	112
ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	116
MANEJO DE LA INFORMACIÓN .....	119
EVALUACIÓN DE LA INTERFACE DE COMUNICACIÓN – PROTOTIPO I .....	120
EVALUACIÓN DE LOS CONTENIDOS Y SU PERTINENCIA – PROTOTIPO II .....	121
EVALUACIÓN INTERNA DEL PRODUCTO FINAL .....	122
EVALUACIÓN EXTERNA DEL PRODUCTO FINAL .....	123
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>124</b>

<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>127</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>130</b>
<b>ANEXO 1. DIAGRAMA DE GANTT CORRESPONDIENTE A LA MATRIZ DE ACTIVIDADES .....</b>	<b>138</b>
<b>ANEXO 2. EVALUACIÓN DE LA INTERFASE DE COMUNICACIÓN – PROTOTIPO I.....</b>	<b>141</b>
<b>ANEXO 3. EVALUACIÓN DE LOS CONTENIDOS Y SU PERTINENCIA – PROTOTIPO II.....</b>	<b>142</b>
<b>ANEXO 4. EVALUACIÓN DEL PRODUCTO FINAL .....</b>	<b>143</b>
<b>ANEXO 5. EVALUACIÓN EXTERNA DEL PRODUCTO FINAL.....</b>	<b>144</b>
<b>ANEXO 6. INTERFASES DEL SOFTWARE EDUCATIVO MULTIMEDIA GENERADO POR EL SIDEM .....</b>	<b>145</b>

## INTRODUCCIÓN

La incorporación de las nuevas tecnologías en los ambientes educativos puede otorgar grandes posibilidades si se orientan como facilitadoras de las tareas de aprendizaje creando contextos innovadores y potenciando procesos de reflexión sobre la práctica en el aula y más allá de ésta.

En este sentido, es un reto para la creatividad de los docentes diseñar modelos y estrategias de aprendizaje innovadoras, donde resulten útiles tanto los recursos tradicionales (televisión y video educativo) como las más recientes tecnologías de la información y comunicación (Internet, correo electrónico, foros de discusión y charlas en línea, así como la computadora y las videoconferencias, entre otras). El éxito está en la sencillez del diseño, en la facilidad de operación y principalmente en el uso creativo de las tecnologías que sólo los docentes pueden hacer para enriquecer el proceso de enseñanza aprendizaje.

En este contexto, los docentes necesitan medios (infraestructuras, recursos didácticos, etc.) así como una sólida formación pedagógica (no basta con la pedagogía de hace unos años) que le facilite un adecuado conocimiento sobre estas nuevas situaciones y le proporcione recursos metodológicos para poder realizar una labor docente de calidad.

Entre los recursos que las nuevas tecnologías ponen al alcance de los docentes, la computadora y el pizarrón electrónico constituyen, sin duda, los que proporcionan un

mayor potencial didáctico, al tiempo que inducen una progresiva introducción de prácticas innovadoras, centradas en la actividad del estudiante, especialmente si los docentes reciben una formación en modelos de aplicación y desarrollo de material didáctico utilizando las nuevas tecnologías de información.

Sobre el carácter multidisciplinario del desarrollo de software multimedia parece haber consenso. La incorporación de distintos medios audiovisuales como elementos relevantes de información en un producto computacional, obliga a considerar la participación de quienes poseen el conocimiento sobre la utilización de estos medios y sus efectos.

Sin embargo, la real integración de profesionales de la educación en este proceso a menudo sólo queda en las buenas intenciones. La gran mayoría de las tareas son asumidas por Ingenieros de Software<sup>1</sup>, incluyendo, además de las tradicionales (especificación de requerimientos, diseño e implementación, pruebas y documentación), tareas como la generación de los contenidos audiovisuales, los aspectos de diseño de información y diseño gráfico.

Especialistas en comunicación y arte sólo prestan una labor de asesoría, principalmente en aspectos gráficos, cumpliendo tareas complementarias al desarrollo del software (diseño de carátulas de CD-ROM's<sup>2</sup>, redacción de manuales, etc.). En el caso particular de software educativo, se cuenta con la participación de

---

<sup>1</sup> Ver Glosario

<sup>2</sup> Ver Glosario

expertos en las materias que se incluyen en el producto, siendo generalmente docentes.

Consideremos este escenario para analizar diversos aspectos del desarrollo de software multimedia para la educación.

El software educativo multimedia se concibe como un material de apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje, teniendo siempre en cuenta que tal proceso implica intercambios. El producto final deberá permitirlos, presentando contenidos en una forma fácilmente comprensible por el usuario.

Dentro de esta concepción, un objetivo fundamental a alcanzar por los desarrolladores es la flexibilidad del producto. Flexibilidad desde la perspectiva del Ingeniero de Software, impulsando un proceso de desarrollo que permita un modelado de datos no excesivamente restrictivo; flexibilidad desde el punto de vista del comunicador, permitiendo crear y exponer al usuario los contenidos a través de una serie de medios, en un ambiente integrado; y flexibilidad desde el punto de vista del usuario, creando un entorno de aprendizaje que le permita explorar los contenidos del software según sus propias reglas y prioridades, no limitado por la estructura de navegación establecida.

En síntesis, esta concepción apunta a obtener un software que permita al usuario construir el conocimiento, sin que el software mismo sea el límite de su aprendizaje.

Un software que incentive su capacidad de aprender.

Al reflexionar en lo antes expuesto podemos darnos cuenta que el desarrollo de software educativo multimedia no es una labor sencilla, más aún si consideramos la importancia que toma el trabajo multidisciplinario de los diferentes actores para obtener un producto de calidad, ya que se debe compatibilizar los propósitos académicos establecidos por el docente con los aspectos computacionales y de comunicación que determinarán las posibilidades de concreción de tales propósitos.

En la actualidad son pocas las herramientas de desarrollo de software dirigidas a los profesores, que les faciliten la producción de los contenidos digitales y los recursos de apoyo que se requieren en el proceso de enseñanza- aprendizaje, ya que el uso de software educativo como ya lo hemos planteado, constituye una opción que facilita la labor docente, por tener la característica de ser más gráfico, multimedia, interactivo, con libertad de navegación para aprender lo que más se necesite o interese, además le permite al alumno autoevaluarse, retroalimentarse y repetir los temas las veces que lo desee.

Considerando lo antes expuesto y sabiendo la necesidad de los docentes de contar con herramientas computacionales que les faciliten el desarrollo de software educativo multimedia, al mismo tiempo que simplifique y/o resuelva la problemática asociada al proceso de desarrollo de software educativo, en el CETis No. 49 ubicado en Av. Acueducto No. 95, colonia Ampliación La Noria, en la delegación Xochimilco, D.F., los docentes Edgar Paredes Basilio, Adrián Paredes Bacilio y Marcos Espinosa Valadez, que formamos parte de la Academia de Informática de ese plantel,

desarrollamos un software flexible y de bajo costo, que facilita la producción de los contenidos digitales y los recursos de apoyo que se requieren por parte de los docentes, a través de un entorno de desarrollo sencillo y amigable, que permite la generación de aplicaciones educativas multimedia de manera automática y en poco tiempo, denominado **SIDEM** (Sistema Integrador de Multimedia) incorporando los siguientes aspectos:

1. Facilitar el desarrollo de software educativo multimedia en un proceso que involucre una mínima inversión por parte de los docentes.
2. Facilitar la incorporación de los recursos multimedia, en un entorno integral comprensible, que permita una representación de la información más acorde a los procesos mentales de lectura y escritura, permitiendo crear estructuras de información no lineales.
3. Poner al alcance de los docentes todo el potencial de las herramientas para el desarrollo de aplicaciones multimedia, para obtener resultados en poco tiempo, con la calidad requerida por ellos y una mínima capacitación.
4. El resultado obtenido por los docentes debe ser un software que permita al usuario construir el conocimiento, sin que el software mismo sea el límite de su aprendizaje. Un software que incentive su capacidad de aprender.
5. El software producido mediante esta herramienta deberá ser flexible, impulsando un proceso de desarrollo que permita un modelado de datos no excesivamente restrictivo, permitiendo crear y exponer al usuario los contenidos a través de una serie de medios, en un ambiente integrado,

creando un entorno de aprendizaje que le permita explorar los contenidos del software según sus propias reglas y prioridades, no limitado por la estructura de navegación establecida.

6. La herramienta debe permitir al docente, la generación de aplicaciones educativas multimedia de manera sencilla y automática, de este modo el docente no se preocupará por procedimientos complejos de programación, presentando contenidos en una forma fácilmente comprensible por el usuario.

Esto permitirá contribuir a las acciones realizadas en el CETis No. 49, para alcanzar la innovación didáctica y la transformación tecnológica de medios y métodos educativos, facilitando la elaboración de materiales multimedia a docentes y alumnos interesados en aplicar las nuevas tecnologías en el proceso enseñanza-aprendizaje, favoreciendo la elaboración de tutoriales interactivos, flexibles, completamente actualizables, aun si no se poseen conocimientos de programación de computadoras.

Al mismo tiempo, se considera que la propuesta puede ser un recurso valioso para los alumnos del Sistema Escolarizado y del Sistema Abierto de Educación Tecnológica e Industrial (SAETI) que contaran con tutoriales interactivos multimedia, elaborados por sus propios profesores, en base a los planes y programas de estudio, de esta forma, el propio estudiante podrá hacer un seguimiento del curso en los tiempos que él disponga, las veces que considere necesario.

La evaluación de los requerimientos para la construcción del prototipo, se realizó a partir de la participación de los alumnos de los Sistemas Escolarizado y SAETI junto con los profesores que participamos en el desarrollo de la propuesta.

Considerando el referente anterior, el presente documento está organizado de la siguiente manera:

**Introducción:** Aquí se describe brevemente la presentación de la problemática contextualizada, los propósitos de nuestra propuesta, y la estructura del proyecto de innovación.

**Justificación:** En este apartado se exponen los motivos y la importancia de la alternativa de innovación, exponiéndose las razones por las que se realizará

**Planteamiento del problema:** En este apartado se describe el problema actual de los desarrollos de los programas educativos que se pretende resolver, así como los distintos cuestionamientos derivados de ésta problemática, del mismo modo se plantea el propósito de nuestra propuesta.

**Objetivos:** En este apartado se describen los objetivos generales y específicos de la alternativa de innovación.

**Marco teórico:** Aquí se describen los fundamentos psicopedagógicos de la alternativa propuesta, así como las precisiones conceptuales, clasificaciones del software educativo, teorías del aprendizaje (el aprendizaje significativo de Ausbel, el aprendizaje por descubrimiento de Bruner, la teoría de Piaget, el procesamiento de la información de Gagné, el constructivismo de Papert), el enfoque constructivista y el ciclo de vida de prototipos evolutivos.

**Metodología:** Aquí se explican los procedimientos que se aplicaron para alcanzar los objetivos. En este apartado, se describe con la definición operacional de las variables del proyecto, el tipo y las formas de medirlas.

**Plan de análisis de resultados:** En este apartado, se detallan las medidas de resumen de las variables y cómo serán presentadas, indicando los modelos y técnicas de análisis estadístico.

**Conclusiones:** Aquí se presentan las conclusiones de nuestra propuesta, así como un resumen de la experiencia adquirida durante su desarrollo y aplicación.

**Bibliografía:** En este apartado se hace referencia a las fuentes bibliográficas consultadas.

**Glosario:** Se incluye un glosario con la terminología técnica utilizada en el documento.

**Anexos:** En este apartado se incluyen seis anexos correspondientes a: Diagrama de Gantt de la matriz de actividades, Evaluaciones de los prototipos I y II, del producto final, y por último, fotografías de las interfaces del software multimedia generado por el SIDEM.

## JUSTIFICACIÓN

El carácter multidisciplinario del desarrollo de software multimedia es un elemento que debe tomarse en cuenta en el proceso de desarrollo de proyectos de software educativo, así como su pertinencia en las actividades relacionadas con el diseño de contenidos. La incorporación de distintos medios audiovisuales como elementos relevantes de información en un producto computacional, obliga a considerar la participación de quienes poseen el conocimiento sobre la utilización de estos medios y sus efectos.

Sin embargo, la real integración de profesionales de la educación en este proceso a menudo sólo queda en las buenas intenciones. La gran mayoría de las tareas son asumidas por Ingenieros de Software<sup>3</sup>, incluyendo, además de las tradicionales (especificación de requerimientos, diseño e implementación, pruebas y documentación), tareas como la generación de los contenidos audiovisuales, los aspectos de diseño de información y diseño gráfico. Especialistas en comunicación y arte sólo prestan una labor de asesoría, principalmente en aspectos gráficos, cumpliendo tareas complementarias al desarrollo del software (diseño de carátulas de CD's<sup>4</sup>, redacción de manuales, etc.).

---

<sup>3</sup> Ver Glosario

<sup>4</sup> Ver Glosario

En el caso particular de software educativo, se cuenta con la participación de expertos en las materias que se incluyen en el producto, siendo generalmente docentes. Consideremos este escenario para analizar diversos aspectos del desarrollo de software multimedia para la educación.

Con base en lo expresado por Zulma Cataldi y Fernando Lage<sup>5</sup> en su investigación en el área de las metodologías para el diseño, desarrollo y evaluación del software educativo, podemos afirmar lo siguiente:

Los propósitos del proyecto de desarrollo de software educativo y la descripción de usuarios son proporcionados por el docente, basándose casi siempre en el paradigma de enseñanza tradicional profesor-alumnos, sin mayor consideración del nuevo contexto de aprendizaje que definen los aspectos computacionales y comunicacionales del software. La especificación de requerimientos, realizada en conjunto entre el docente y el Ingeniero de Software, obedece a similares criterios.

En lo referente a la organización del equipo de trabajo, el personal especialista en Comunicaciones y Arte se encuentra subordinado al Ingeniero de Software. La falta de un conocimiento cabal por parte de éste sobre la labor de aquellos profesionales desemboca en una asignación imprecisa de roles, tareas y ámbitos de acción, ocasionando una utilización deficiente de los recursos humanos disponibles y un

---

<sup>5</sup> Z. CATALDI, F. LAGE, R. PESSACQ, R. GARCÍA-MARTÍNEZ. *Metodología Extendida para la Creación de Software Educativo desde una Visión Integradora*, Revista Latinoamericana De Tecnología Educativa, Volumen 2, Número 1, [http://www.unex.es/didactica/RELATEC/Relatec\\_2\\_1/cataldi\\_lage\\_2\\_1.pdf](http://www.unex.es/didactica/RELATEC/Relatec_2_1/cataldi_lage_2_1.pdf), 2005.

desaprovechamiento de las capacidades profesionales individuales de los desarrolladores.

En los dos casos anteriores, rara vez se considera un exhaustivo diseño de la información que se incluirá, olvidando el hecho que el estilo de presentación de la información en un software es (o debiera ser) muy distinto al estilo adoptado en libros, revistas u otros medios de comunicación tradicionales.

Por ejemplo, los textos a incluir en la aplicación, al ser traspasados directamente desde libros u otras fuentes de información, carecen de una adecuación del estilo redaccional al contexto de enseñanza por medio de un software. Para el usuario, el producto final resultará una extensa recopilación de información envasada.

La generación de contenidos (captura, digitalización y edición de información), dirigida por el Ingeniero de Software, se realiza según el criterio de obtener los datos requeridos, sin considerar la coherencia de cada unidad de información con el concepto original del software. El problema se acentúa cuando se trata de la generación de información audiovisual.

El Diseño de Interfaz se rige por los conocimientos que sobre la materia posea el Ingeniero de Software. Generalmente, esta etapa se limita a una definición de la metáfora general del software, no profundizándose en mayores niveles de detalle. Las decisiones más específicas se realizan durante la implementación del software,

por parte del programador. Se cuenta, ahora sí en mayor medida, con la asesoría de los expertos en Comunicación y Arte, pero en una etapa tardía del desarrollo.

La implementación del software multimedia se basa en la construcción de prototipos. Al estar regida por requisitos imprecisos y un diseño deficiente, la productividad de las horas programador es baja. Las decisiones de implementación de Interfaz gráfica son las principales fuentes de retraso en esta etapa.

Los planes de pruebas y correcciones se limitan a verificar el correcto funcionamiento computacional del producto. Debido a la ausencia de una especificación rigurosa de requerimientos, las correcciones resultan drásticas y costosas, con gran cantidad de recursos invertidos en trabajo rehecho.

La documentación originada durante el desarrollo del producto recoge las limitaciones de todas las etapas anteriores, por lo que su calidad es deficiente.

El escenario descrito revela un conflicto importante en el desarrollo de software educativo multimedia: si los integrantes del grupo de desarrollo no comprenden claramente su propio entorno de trabajo, su rol en el proceso y el modo de abordar las tareas que se les asignan, se puede esperar que el producto que obtengan no cumpla el propósito de constituirse en una herramienta eficaz de apoyo al aprendizaje.

El origen de esta problemática se puede sintetizar en dos puntos:

1. El problema que plantea el construir un software educativo como producto destinado a individuos.
2. El problema que plantea el desarrollo tradicional de software, empleado en la construcción del software educativo.

En el punto (1), se expone un dilema de concepto: cómo es concebido un software educativo. El que sea una herramienta tecnológica y se construya sobre la base de procedimientos complejos de programación, no debería justificar el modelado de su contenido al estilo de un software tradicional, de apoyo a procesos de negocio.

El objetivo del software educativo es distinto: se crea como un instrumento de apoyo a la docencia, y la docencia es forzosamente un proceso interpersonal, de intercambio y dinámico. Esta dinámica está dada por la transmisión de información, por el compartir saberes.

En un software educativo, es importante que la forma en que se manifiestan estos saberes sea afín para el grupo que los recibe. El considerar aspectos como la edad, contexto de clases del grupo destino, el tipo y estilo de información a que están familiarizados (contenidos entregados en las aulas, medios de comunicación, otros software, etc.), permite equiparar el nivel de exigencia que impondrá el trabajo con el software con el asociado a la interacción con elementos que el usuario ya conoce.

El software educativo multimedia se concibe como un material de apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje, teniendo siempre en cuenta que tal proceso implica intercambios. El producto final deberá permitirlos, presentando contenidos en una forma fácilmente comprensible por el usuario.

Dentro de esta concepción, un objetivo fundamental a alcanzar por los desarrolladores es la flexibilidad del producto. Flexibilidad desde la perspectiva del Ingeniero de Software, impulsando un proceso de desarrollo que permita un modelado de datos no excesivamente restrictivo; flexibilidad desde el punto de vista del comunicador, permitiendo crear y exponer al usuario los contenidos a través de una serie de medios, en un ambiente integrado; y flexibilidad desde el punto de vista del usuario, creando un entorno de aprendizaje que le permita explorar los contenidos del software según sus propias reglas y prioridades, no limitado por la estructura de navegación establecida.

En síntesis, esta concepción apunta a obtener un software que permita al usuario construir el conocimiento, sin que el software mismo sea el límite de su aprendizaje. Un software que incentive su capacidad de aprender.

El punto (2) expone otro dilema de concepto: cómo se concibe un equipo desarrollador de software educativo.

Así como no es posible exponer una idea sin antes haber clasificado y clarificado los conceptos asociados en la mente, no es posible obtener un software educativo que refleje o comunique lo que se pretende sin tener claro quiénes lo construirán, qué tareas ejecutarán y los alcances de éstas en el proceso y el producto.

De lo anterior, es importante mencionar, la importancia que adquieren los docentes en el proceso de desarrollo de software, como parte importante en el mismo, al incorporar sus experiencias y conocimientos en el ámbito educativo, identificando las características del entorno en el que están familiarizados, y en el que está dirigida la aplicación.

¿Qué sucedería si el desarrollador no sabe con claridad qué función cumple ni a quién debe acudir si necesita resolver algún problema no enfrentado anteriormente?  
¿Y si, ante tales incertidumbres, en función de las dificultades que se encuentren en el camino, se deba replantear el sistema de trabajo durante el desarrollo de un producto, en una o varias oportunidades?

Al reflexionar en lo antes expuesto podemos darnos cuenta que el desarrollo de software educativo multimedia no es una labor sencilla, más aún si consideramos la importancia que toma el trabajo multidisciplinario de los diferentes actores para obtener un producto de calidad, ya que se debe compatibilizar los propósitos académicos establecidos por el docente con los aspectos computacionales y de comunicación que determinarán las posibilidades de concreción de tales propósitos.

Estos aspectos serán indicados por los expertos en cada disciplina. No se debe perder de vista que el problema principal a abordar en este tipo de proyectos y que orientará la definición de propósitos educativos, no es la construcción de un software en sí, sino el proceso de enseñanza aprendizaje al que tal construcción apoyará.

Aunado a todo esto, en la actualidad son pocas las herramientas de desarrollo de software dirigidas a los profesores, que les faciliten la producción de los contenidos digitales y los recursos de apoyo que se requieren en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que el uso de software educativo como ya lo hemos planteado, constituye una opción que facilita la labor docente, por tener la característica de ser más gráfico, multimedia, interactivo, con libertad de navegación para aprender lo que más se necesite o interese, además le permite al alumno autoevaluarse, retroalimentarse y repetir los temas las veces que lo desee.

Al respecto en cuanto a este señalamiento, si bien es verdad que las herramientas de software comercial, aportan elementos que pueden aprovecharse tanto en el proceso de desarrollo de aplicaciones, como en el diseño y presentación de contenidos, estas en su mayoría tienen una orientación general, al satisfacer necesidades no solo en el ámbito educativo, sino también en áreas tan diversas como el diseño grafico o Internet.

En la mayoría de los casos, para el uso de esas herramientas de software, no basta con la experiencia y conocimientos en educación que posea el docente en cuestión,

sino que es necesaria la formación y capacitación técnica para el adecuado manejo y aprovechamiento de las mismas.

Otro factor que interviene y que debe ser tomado en cuenta en el proceso de desarrollo de proyectos de software educativo multimedia, son los costos implícitos en las herramientas de software que pueden ser utilizadas para generar los recursos y sistemas deseados, lo que puede comprometer la realización de proyectos de este tipo, en el ámbito educativo.

Como ya lo señalamos, existe un consenso en el carácter multidisciplinario de los proyectos de software educativo multimedia, lo que agrega la necesidad de contar con al menos un experto o persona, con experiencia en el manejo de software que pueda ser utilizado para la realización del proyecto.

Considerando lo antes expuesto y sabiendo la necesidad de los docentes de contar con herramientas computacionales que les faciliten el desarrollo de software educativo multimedia, al mismo tiempo que simplifique y/o resuelva la problemática asociada al proceso de desarrollo de software educativo, en el CETis No. 49 ubicado en Av. Acueducto No. 95, colonia Ampliación La Noria, en la delegación Xochimilco, D.F., los docentes Edgar Paredes Basilio, Adrián Paredes Bacilio y Marcos Espinosa Valadez, que pertenecemos a la Academia de Informática de ese plantel, desarrollamos una propuesta considerando lo siguiente:

- El desarrollo de multimedios para la educación es un proceso que involucra una alta inversión. Por ello, su concreción se justifica sólo si los beneficios de tal inversión en el proceso enseñanza aprendizaje superan significativamente los beneficios potenciales de la aplicación de herramientas educativas tradicionales, de costo inferior.
- Los medios tradicionales, como material impreso, cintas de audio o video, sólo permiten una representación de la información en una forma esencialmente lineal. Los hipermedios, en cambio, permiten una representación de la información más acorde a los procesos mentales de lectura y escritura, permitiendo crear estructuras de información no lineales.
- En la actualidad las herramientas para el desarrollo de aplicaciones multimedia, están dirigidas a los profesionales del área de computación y diseño gráfico, lo que implicaría una capacitación a los docentes interesados en su aplicación con los costos respectivos.
- Es necesario un software que permita a los estudiantes del Bachillerato Tecnológico construir el conocimiento, sin que el software mismo sea el límite de su aprendizaje. Un software que incentive su capacidad de aprender.
- Es fundamental la flexibilidad del producto, impulsando un proceso de desarrollo que permita un modelado de datos no excesivamente restrictivo, permitiendo crear y exponer al usuario los contenidos a través de una serie de medios, en un ambiente integrado, creando un entorno de aprendizaje que le permita explorar los contenidos del software según sus propias reglas y prioridades, no limitado por la estructura de navegación establecida.

En este contexto, el propósito de nuestra propuesta consiste en:

Desarrollar un software flexible y de bajo costo, que facilite la producción de los contenidos digitales y los recursos de apoyo que se requieren por parte de los docentes, a través de un entorno de desarrollo sencillo y amigable, que permita la generación de aplicaciones educativas multimedia de manera automática y en poco tiempo, considerando los siguientes aspectos:

- Facilitar el desarrollo de software educativo multimedia en un proceso que involucre una mínima inversión por parte de los docentes.
- Facilitar la incorporación de los recursos multimedia, en un entorno integral comprensible, que permita una representación de la información más acorde a los procesos mentales de lectura y escritura, permitiendo crear estructuras de información no lineales.
- Poner al alcance de los docentes todo el potencial de las herramientas para el desarrollo de aplicaciones multimedia, para obtener resultados en poco tiempo, con la calidad requerida por ellos y una mínima capacitación.
- El resultado obtenido por los docentes debe ser un software que permita al usuario construir el conocimiento, sin que el software mismo sea el límite de su aprendizaje. Un software que incentive su capacidad de aprender.
- El software producido mediante esta herramienta deberá ser flexible, impulsando un proceso de desarrollo que permita un modelado de datos no excesivamente restrictivo, permitiendo crear y exponer al usuario los

contenidos a través de una serie de medios, en un ambiente integrado, creando un entorno de aprendizaje que le permita explorar los contenidos del software según sus propias reglas y prioridades, no limitado por la estructura de navegación establecida.

- La herramienta debe permitir al docente, la generación de aplicaciones educativas multimedia de manera sencilla y automática, de este modo el docente no se preocupará por procedimientos complejos de programación, presentando contenidos en una forma fácilmente comprensible por el usuario.
- Tanto la difusión, capacitación y posibles usos de la herramienta de software, puede llevarse a cabo, a través de las Academias de Investigación e Informática de nuestro subsistema, facilitando y motivando a docentes de diversas disciplinas a la generación de software educativo multimedia.

Esto permitirá contribuir a las acciones realizadas por la DGETI, para alcanzar la innovación didáctica y la transformación tecnológica de medios y métodos educativos, facilitando la elaboración de materiales multimedia a docentes y alumnos interesados en aplicar las nuevas tecnologías en el proceso enseñanza-aprendizaje, favoreciendo la elaboración de tutoriales interactivos, flexibles, completamente actualizables, aun si no se poseen conocimientos de programación de computadoras.

Al mismo tiempo, se considera que la propuesta puede ser un recurso valioso para los alumnos del Sistema Abierto de Educación Tecnológica e Industrial (SAETI) que

contaran con tutoriales interactivos multimedia, elaborados por sus propios profesores, en base a los planes y programas de estudio, de esta forma, aun cuando el alumno no pudiese asistir a una asesoría, como ocurre en la mayoría de las veces, o estas sean limitadas, el propio estudiante podrá hacer un seguimiento del curso en los tiempos que él disponga, las veces que considere necesario.

La evaluación de los requerimientos para la construcción del prototipo, se puede llevar a cabo a partir de la participación de los alumnos de SAETI junto con los profesores que participamos en el desarrollo de la propuesta.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En un contexto mundial, que implica competencias variadas de estudiantes y docentes, el profesor de la institución requiere capacitación que le permita la utilización de nuevas tecnologías educativas para mantenerse actualizado. A los estudiantes les concierne utilizar todos los recursos informáticos a su alcance, aprender en colaboración con sus iguales, entre otros.

Por otra parte, durante el proceso de desarrollo del software, la generación de contenidos (captura, digitalización y edición de información), dirigida por el Ingeniero de Software, se realiza según el criterio de obtener los datos requeridos, sin considerar la coherencia de cada unidad de información con el concepto original del software. El problema se acentúa cuando se trata de la generación de información audiovisual.

Aun cuando se han hecho esfuerzos por desarrollar software educativo que pueda aplicarse en las modalidades del Bachillerato Tecnológico en los planteles de la DGETI (presentaciones en PowerPoint, principalmente), tanto en el diseño de los procesos como en el de las interfaces, estos se rigen por los conocimientos que sobre la materia posea el docente.

Generalmente, esta etapa se limita a una definición de la metáfora general del software, no profundizándose en mayores niveles de detalle. Las decisiones más

específicas se realizan durante la implementación del software, por parte del programador. Aun cuando los docentes pueden participar en esta etapa del proceso de desarrollo.

Durante el proceso de desarrollo del software multimedia tal vez sea necesario el construir una serie de prototipos, lo que implicaría el considerar nuevos elementos y requerimientos que deberán ser incorporados en un nuevo diseño, en esta etapa, nuevamente el Ingeniero de Software es el que realiza las adecuaciones al diseño y al prototipo, el docente en este punto deberá esperar a ver las implementaciones en el nuevo prototipo lo que implica un tiempo de espera, por el desarrollo implícito, el análisis de requerimientos es crucial en el proceso de desarrollo del software, por lo que una serie de requisitos imprecisos conduce a un diseño deficiente, repercutiendo en la productividad de las horas programador.

Las decisiones de implementación de Interfaz Gráfica son las principales fuentes de retraso en esta etapa, debido a la apropiada presentación de los medios disponibles ya sean de audio, video o ambos, la manera de hacer atractiva la información para el usuario, deberá ser planteada dentro del ámbito educativo, en base a la experiencia del docente, y de la didáctica a utilizar en el contexto de enseñanza aprendizaje.

Los planes de pruebas y correcciones se limitan a verificar el correcto funcionamiento computacional del producto. Debido a la ausencia de una especificación rigurosa de

requerimientos, las correcciones resultan drásticas y costosas, con gran cantidad de recursos invertidos en trabajo rehecho.

Inmersos en la problemática del desarrollo del software, se encuentran dos elementos que se destacan:

1. El problema que plantea el construir un software educativo como producto destinado a individuos.
2. El problema que plantea el desarrollo tradicional de software, empleado en la construcción del software educativo.

En el primer punto, se expone un dilema de concepto, en anteriores intentos de desarrollar software multimedia por parte de algunos profesores, aun contando con la asesoría de profesores de la academia de informática, éste ha sido concebido como una herramienta tecnológica que se construye sobre la base de procedimientos complejos de programación, realizando un modelo de su contenido al estilo de un software tradicional, de apoyo a procesos de negocio, descuidándose el propósito fundamental del software educativo como es el de crear como un instrumento de apoyo a la docencia, y la docencia es forzosamente un proceso interpersonal, de intercambio y dinámico.

Los productos obtenidos mediante este enfoque presentan poca flexibilidad, al prevalecer un enfoque de Ingeniería de Software, de carácter restrictivo en el

modelado de los datos y los procesos, de igual manera se limitan la creación y exposición de contenidos y medios al no ofrecer un ambiente integrado, el entorno de aprendizaje se ve restringido al imponer una estructura de navegación que ofrece pocas alternativas para explorar los contenidos del software.

El segundo punto expone otro dilema de concepto: cómo se concibe un equipo desarrollador de software educativo. El proceso de desarrollo se ve sujeto a una serie de restricciones que afectan el proceso en su conjunto, como los tiempos destinados por cada uno de los miembros a las diferentes actividades tanto del análisis como del diseño del software, el definir claramente cada una de las participaciones de los integrantes del equipo y la gestión de las actividades a ser desarrolladas.

No se generan las condiciones necesarias para profundizar en las potencialidades individuales de los miembros del equipo desarrollador, tornando inestable todo el sistema. Finalmente, las tareas asignadas demoran mucho más de lo planeado. El proyecto se torna una carga para los desarrolladores y, además, deja de ser rentable. En el mejor de los casos, colapsa; en el peor, concluye con un producto de mala calidad; en ambos, no se logra cumplir los propósitos planteados en el inicio.

Otro aspecto dentro de la problemática educativa al interior del plantel, es la poca experiencia de los docentes en el manejo de las herramientas computacionales y su aplicación en el proceso de enseñanza aprendizaje, lo que limita la elaboración de

software educativo, por considerarlo un proceso complejo que va más allá de sus conocimientos técnicos en el campo de la computación.

La elaboración de otros materiales como antologías y apuntes para los cursos, también se ve limitada al no mostrarse interés de los alumnos por consultarlos, lo que desmotiva al docente en su elaboración.

Aun cuando en el mercado existen las herramientas de desarrollo de software, estas presentan algunos inconvenientes para los profesores, en la producción de los contenidos digitales y los recursos de apoyo que se requieren en el proceso de enseñanza- aprendizaje, pues en su mayoría tienen una orientación general, al satisfacer necesidades no solo en el ámbito educativo, sino también en áreas tan diversas como el diseño gráfico o Internet.

Para el uso correcto de esas herramientas de software, no basta con la experiencia y conocimientos en educación que posea el docente en cuestión, sino que es necesaria la formación y capacitación técnica para el adecuado manejo y aprovechamiento de las mismas, así como los costos implícitos de las mismas lo que puede comprometer la realización de proyectos de este tipo, en el ámbito educativo.

Como ya lo señalamos, existe un consenso en el carácter multidisciplinario de los proyectos de software educativo multimedia, lo que agrega la necesidad de contar con al menos un experto o persona, con experiencia en el manejo de software que

pueda ser utilizado para la realización del proyecto, haciendo difícil la integración de un equipo de trabajo en muchos planteles de nuestro sistema.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Desarrollar una herramienta informática para los docentes interesados en aplicar las nuevas tecnologías en el proceso de Enseñanza Aprendizaje, permitiéndoles la creación de Software Educativo Multimedia, aun si no se poseen conocimientos de programación y diseño, facilitando la organización e incorporación de los contenidos, así como de los diferentes recursos multimedia, a través de un entorno integrado de desarrollo que permita incorporar textos, imágenes, sonidos y videos de forma fácil y rápida.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Facilitar el desarrollo de software educativo multimedia en un proceso que involucre una mínima inversión por parte de los docentes. Por ello, su concreción se justifica por los altos beneficios de tal inversión en el proceso enseñanza aprendizaje que superan significativamente los beneficios potenciales de la aplicación de herramientas educativas tradicionales, de costo inferior.
- Facilitar la incorporación de los recursos multimedia, en un entorno integral comprensible, que permita una representación de la información más acorde a

los procesos mentales de lectura y escritura, permitiendo crear estructuras de información no lineales.

- Poner al alcance de los docentes todo el potencial de las herramientas para el desarrollo de aplicaciones multimedia, para obtener resultados en poco tiempo, con la calidad requerida por ellos y una mínima capacitación.
- El software producido mediante esta herramienta deberá ser flexible, impulsando un proceso de desarrollo que permita un modelado de datos no excesivamente restrictivo, permitiendo crear y exponer al usuario los contenidos a través de una serie de medios, en un ambiente integrado, creando un entorno de aprendizaje que le permita explorar los contenidos del software según sus propias reglas y prioridades, no limitado por la estructura de navegación establecida.
- La herramienta debe permitir al docente, la generación de aplicaciones educativas multimedia de manera sencilla y automática, de este modo el docente no se preocupara por procedimientos complejos de programación, enfocándose en considerar aspectos como el rango de edad, contexto de clases del grupo destino, el tipo y estilo de información a que están familiarizados (contenidos entregados en las aulas, medios de comunicación, otros software, etc.), mediante la interacción con elementos que el usuario ya conoce, presentando contenidos en una forma fácilmente comprensible por el usuario.

## **MARCO TEÓRICO**

A continuación se hace referencia a las teorías de aprendizaje y fundamentos psicopedagógicos que bajo el enfoque constructivista permita el desarrollo de nuestra alternativa, incorporando elementos que promuevan el aprendizaje significativo.

### **Fundamentos Psicopedagógicos de la alternativa**

El software educativo puede ser caracterizado no sólo como un recurso de enseñanza aprendizaje sino también de acuerdo con una determinada estrategia de enseñanza, así el uso de un determinado software involucra un conjunto de estrategias de aplicación implícitas o explícitas: ejercitación y práctica, simulación, tutorial, uso individual, competición, pequeño grupo, etc.

Obviamente, también el software implica unos determinados propósitos de aprendizaje, de nuevo, unas veces explícitos y otros implícitos. Esta ambigüedad en cuanto a su uso y fines es algo totalmente habitual en nuestra realidad educativa. El diseño de programas educativos, cuando responde a una planificación estricta y cuidadosa desde el punto de vista didáctico, puede no verse correspondido en la puesta en práctica, dándose una utilización totalmente casual y respondiendo a necesidades puntuales. Sin embargo, también puede ocurrir la situación inversa: un

determinado tipo de software no diseñado específicamente, con unas metas difusas y sin unos destinatarios definidos, puede ser utilizado con una clara intencionalidad de cara a la consecución de determinados propósitos en el grupo o clase. Ambos planteamientos son habituales y deben ser tomados en cuenta, por el docente que pretende hacer uso del software educativo.

Ahora bien, cuando nos referimos al diseño y elaboración de ese software con una determinada intencionalidad educativa, más o menos explícita, debe existir siempre de forma manifiesta o tal vez latente, una concepción acerca de cómo se producen los procesos de enseñanza aprendizaje. Y es precisamente a eso a lo que vamos a referirnos a continuación: a los principios teóricos sobre los procesos de enseñanza aprendizaje (implícitos o no) que fundamentan el desarrollo de software educativo y cómo lo condicionan.

Es necesario decir, que cuando estas consideraciones no son explícitas, en gran parte de las ocasiones, los presupuestos de partida pueden tener un origen diverso, pero en cualquier caso responden a cómo los creadores entienden el proceso de enseñanza aprendizaje.

¿De qué manera afectan estos principios teóricos al software educativo? De acuerdo con Gros<sup>6</sup> afecta a los contenidos en cuanto a su selección, organización, adaptación a los usuarios, a las estrategias de enseñanza de los mismos y a su forma de

---

<sup>6</sup>B. GROS. *Diseños y programas educativos*. Barcelona. Ariel. 1997

presentación, es decir, al diseño de las pantallas y a la forma como el usuario puede comunicarse con el programa de la forma más eficaz.

Lo que sí es frecuente es que, independientemente de la finalidad pretendida, la concepción del docente acerca de cómo se ha de utilizar un material prevalecerá.

### **Precisiones conceptuales.**

Creemos conveniente, antes de centrarnos en el tema que nos ocupa, clarificar algunos aspectos que ayuden a dar una visión más precisa de lo expuesto.

### **Clasificaciones de software educativo.**

Gros<sup>7</sup> propone una clasificación en base a cuatro categorías: tutoriales, práctica y ejercitación, simulación, hipertextos e hipermedias. Según la autora se trata de una clasificación con límites difusos en cuanto podemos encontrar materiales que compartan características de varias categorías.

- Tutorial: enseña un determinado contenido.

---

<sup>7</sup> B. GROS. *Diseños y programas educativos*. Barcelona. Ariel. 1997

- Práctica y ejercitación: ejercitación de una determinada tarea una vez se conocen los contenidos. Ayuda a adquirir destreza.
- Simulación: proporciona entornos de aprendizaje similares a situaciones reales.
- Hipertexto e hipermedia: Entorno de aprendizaje no lineal.

Gros distingue entre hipermedia y multimedia aunque la única diferencia estribaría en la linealidad o no linealidad.

Otra clasificación más genérica nos la ofrecen Colom, Sureda y Salinas<sup>8</sup> refiriéndose a:

- a) Aprendizaje a través de la computadora: la computadora es utilizada como instrumento de ayuda para la adquisición de determinados conocimientos. Aquí estarían englobados los programas de Enseñanza Asistida por Computadora (EAC).
- b) Aprendizaje por computadora: la computadora como herramienta intelectual, facilitador del desarrollo de los procesos cognitivos. Se aplica en la resolución de problemas. Pero los autores se refieren específicamente a los lenguajes de programación (especialmente LOGO, del cual hablaremos más adelante).

---

<sup>8</sup> A. COLOM, J. SUREDA, J. SALINAS. *Tecnología y medios educativos*. Madrid. Cincel.1988

Martínez y Sauleda<sup>9</sup> coinciden con Gros parcialmente, aunque estos autores engloban en la categoría "Uso instruccional" tanto programas tutoriales como de ejercitación y práctica, y en la categoría "Uso demostrativo o conjetural" estarían situados los programas de simulación (añadiendo los que ellos denominan "juegos realísticos" y "juegos de rol").

### **Teorías del aprendizaje.**

En cuanto a la expresión "teorías del aprendizaje" entendemos que se refiere a aquellas teorías que intentan explicar cómo aprendemos. Tienen, por tanto, un carácter descriptivo.

A efectos prácticos, no hemos considerado oportuno clasificar o englobar las teorías y autores, que a continuación pasaremos a revisar, en grandes bloques o paradigmas, debido a las difusas fronteras que existen en algunas ocasiones y a su difícil adscripción a uno u otro grupo.

---

<sup>9</sup> **M.A. MARTÍNEZ, N. SAULEDA.** *Informática: usos didácticos convencionales, en Tecnología educativa. Nuevas Tecnologías aplicadas a la educación.* J.L. RODRÍGUEZ, y O. SÁENZ. (dirs). Alcoy. Marfil. 1995.

## **El aprendizaje significativo de Ausubel.**

La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel se centra en el aprendizaje de materias escolares fundamentalmente. La expresión "significativo" es utilizada por oposición a "memorístico" o "mecánico". Para que un contenido sea significativo ha de ser incorporado al conjunto de conocimientos del sujeto, relacionándolo con sus conocimientos previos.

Ausubel<sup>10</sup> destaca la importancia del aprendizaje por recepción. Es decir, el contenido y estructura de la materia los organiza el profesor, el alumno recibe. Dicha concepción del aprendizaje se opondría al aprendizaje por descubrimiento de Bruner. En cuanto a su influencia en el diseño de software educativo, Ausubel, refiriéndose a la instrucción programada y a la Educación Asistida por Computadora (EAC), comenta que se trata de medios eficaces sobre todo para proponer situaciones de descubrimiento y simulaciones, pero no pueden sustituir la realidad del laboratorio.

Destaca también las posibilidades de las computadoras en la enseñanza en tanto posibilitan el control de muchas variables de forma simultánea, si bien considera necesario que su utilización en este ámbito venga respaldada por "una teoría

---

<sup>10</sup> D.P. AUSUBEL, J.D. NOVAK, H. HANESIAN. *Psicología cognitiva. Un punto de vista cognoscitivo*. México. Trillas. 1989.

validada empíricamente de la recepción significativa y el aprendizaje por descubrimiento" <sup>11</sup>.

Sin embargo, uno de los principales problemas de la Educación Asistida por Computadora (EAC) estriba en que "...no proporciona interacción de los alumnos entre sí ni de éstos con el profesor"<sup>12</sup>. Señala también el papel fundamental del profesor, por lo que respecta a su capacidad como guía en el proceso instructivo ya que "ninguna computadora podrá jamás ser programada con respuestas a todas las preguntas que los estudiantes formularán (...)"<sup>13</sup>.

Por otra parte, prefiere la instrucción programada mediante libros y critica la técnica de fragmentación en pequeños pasos propia de la EAC inicial, y se muestra partidario de aquellos materiales bien estructurados que favorecen la individualización. No se refiere más explícitamente a software, aunque, como veremos más adelante, influirá en Gagné.

---

<sup>11</sup> D.P. AUSUBEL, J.D. NOVAK, H. HANESIAN. *Psicología cognitiva. Un punto de vista cognoscitivo*. México. Trillas. 1989, Pág. 339.

<sup>12</sup> D.P. AUSUBEL, J.D. NOVAK, H. HANESIAN. *Psicología cognitiva. Un punto de vista cognoscitivo*. México. Trillas. 1989, Pág. 263.

<sup>13</sup> *Ibíd*em, Pág. 339.

## Aprendizaje por descubrimiento: Bruner

Aprendizaje por descubrimiento es una expresión básica en la teoría de Bruner que denota la importancia que atribuye a la acción en los aprendizajes. La resolución de problemas dependerá de cómo se presentan estos en una situación concreta, ya que han de suponer un reto, un desafío que incite a su resolución y propicie la transferencia del aprendizaje.

Los postulados de Bruner están fuertemente influenciados por Piaget. "Lo más importante en la enseñanza de conceptos básicos, es que se ayude a los niños a pasar progresivamente de un pensamiento concreto a un estadio de representación conceptual y simbólica más adecuada al pensamiento"<sup>14</sup> .

De lo contrario el resultado es la memorización sin sentido y sin establecer relaciones. "Es posible enseñar cualquier cosa a un niño siempre que se haga en su propio lenguaje"<sup>15</sup> . Según esto, y centrándonos en un contexto escolar, "...si es posible impartir cualquier materia a cualquier niño de una forma honesta, habrá que concluir que todo curriculum debe girar en torno a los grandes problemas, principios y valores que la sociedad considera merecedores de interés por parte de sus

---

<sup>14</sup> **J.B. ARAÚJO, C.B. CHADWICK.** *Tecnología educativa. Teorías de la instrucción.* Barcelona. Paidós. 1988, Págs. 40-41.

<sup>15</sup> *Ibídem.* Pág.41.

miembros"<sup>16</sup>. Esto ilustraría un concepto clave en la teoría de Bruner: el curriculum en espiral.

Por otra parte, refiriéndonos a los materiales para el aprendizaje, Bruner propondrá la estimulación cognitiva mediante materiales que entrenen en las operaciones lógicas básicas. El descubrimiento favorece el desarrollo mental, "...consiste en transformar o reorganizar la evidencia de manera de poder ver más allá de ella"<sup>17</sup>.

Sobre una secuencia instructiva:

- Disponer la secuencia de forma que el estudiante perciba la estructura.
- Promover la transferencia.
- Utilización de contraste.
- Ir de lo concreto a lo abstracto en función del grado de maduración del sujeto.
- Posibilitar la experiencia de los alumnos.
- Revisiones periódicas a conceptos ya aprendidos (curriculum en espiral).

Proceso de enseñanza:

- Captar la atención.
- Analizar y presentar la estructura del material de forma adecuada.

---

<sup>16</sup> Ibídem, Pág. 158.

<sup>17</sup> Ibídem.

- Importante que el alumno describa por si mismo lo que es relevante para la resolución de un problema.
- Elaboración de una secuencia efectiva.
- Provisión de refuerzo y retroalimentación que surge del éxito de problema resuelto.

### **La teoría de Piaget.**

El enfoque básico de Piaget es la epistemología genética, es decir, el estudio de cómo se llega a conocer el mundo externo a través de los sentidos atendiendo a una perspectiva evolutiva.

Para Piaget el desarrollo de la inteligencia es una adaptación del individuo al medio. Los procesos básicos para su desarrollo son: adaptación (entrada de información) y organización (estructuración de la información). "La adaptación es un equilibrio que se desarrolla a través de la asimilación de elementos del ambiente y de la acomodación de esos elementos por la modificación de los esquemas y estructuras mentales existentes, como resultado de nuevas experiencias"<sup>18</sup>.

---

<sup>18</sup> ARAÚJO, J.B. y CHADWICK, C.B. *Tecnología educativa. Teorías de la instrucción*. Barcelona. Paidós. 1988, Pág.67.

Establece tres estadios del desarrollo, que tienen un carácter universal: sensoriomotor, operaciones concretas y operaciones formales. Desde esta óptica, el planteamiento de una secuencia de instrucción, según Araujo y Chadwick<sup>19</sup> :

- Ha de estar ligada al nivel de desarrollo del individuo (aunque un individuo se encuentre en un estadio puede haber regresiones, y también puede darse que en determinados aspectos el individuo esté más avanzado que en otros).
- La secuencia ha de ser flexible.
- El aprendizaje se entiende como proceso.
- Importancia de la actividad en el desarrollo de la inteligencia.
- Los medios deben estimular experiencias que lleven al niño a preguntar, descubrir o inventar.
- Importancia del ambiente.

Si bien Piaget no se mostrara partidario de la "instrucción por computadora"<sup>20</sup> (preconiza la discusión, juegos, modelaje, experiencia empírica,...) la influencia de sus ideas se dejará notar fuertemente en Papert.

---

<sup>19</sup> *Ibíd.*

<sup>20</sup> **J.B. ARAÚJO, C.B. CHADWICK.** *Tecnología educativa. Teorías de la instrucción.* Barcelona. Paidós. 1988, Pág. 177.

## Procesamiento de la información: Gagné.

Su teoría pretende ofrecer unos fundamentos teóricos que puedan guiar al profesorado en la planificación de la instrucción. En su teoría, aprendizaje e instrucción se convierten en las dos dimensiones de una misma teoría, puesto que ambos deben estudiarse conjuntamente. El fundamento básico es que para lograr ciertos resultados de aprendizaje es preciso conocer<sup>21</sup> :

- a) Las condiciones internas que intervienen en el proceso.
- b) Las condiciones externas que pueden favorecer un aprendizaje óptimo.

Siguiendo a Gros<sup>22</sup>, en sus inicios sus estudios tienen un enfoque cercano al conductismo y progresivamente irá incorporando elementos de otras teorías. Así podría decirse que Gagné, aunque se sitúa dentro del cognitivismo, utiliza elementos de otras teorías para elaborar la suya:

- Conductismo: especialmente de Skinner, da importancia a los refuerzos y el análisis de tareas.
- Ausubel: la importancia del aprendizaje significativo y de la motivación intrínseca.

---

<sup>21</sup> B. GROS. *Diseños y programas educativos*. Barcelona. Ariel. 1997.

<sup>22</sup> *Ibidem*.

- Teorías del procesamiento de la información: el esquema explicativo básico sobre las condiciones internas.

¿Cómo explica Gagné las diferentes condiciones internas que intervienen en el aprendizaje? Elabora un esquema que muestra las distintas fases en el proceso de aprendizaje, teniendo en cuenta que estas actividades internas tienen una estrecha conexión con las actividades externas, lo que dará lugar a determinados resultados de aprendizaje<sup>23</sup>. Estas fases son: motivación, comprensión, adquisición, retención, recuerdo, generalización, ejecución y realimentación. Veamos pues como las condiciones externas afectan a los diferentes procesos internos que tienen lugar durante el aprendizaje.

Gagné define las condiciones externas como aquellos eventos de la instrucción que permiten que se produzca un proceso de aprendizaje. Viene a ser la acción que ejerce el medio sobre el sujeto. Así, la finalidad del diseño instructivo es intentar que estas condiciones externas sean lo más favorables posibles a la situación de aprendizaje. Se trata, pues, de organizar las condiciones externas para alcanzar un determinado resultado de aprendizaje, adecuando la instrucción a cada proceso de aprendizaje: ordenar los factores externos para mejorar la motivación del alumno, su atención, su adquisición, su retención, etc.

---

<sup>23</sup> J.B. ARAÚJO, C.B. CHADWICK. *Tecnología educacional. Teorías de la instrucción*. Barcelona. Paidós. 1988.

Según los resultados de aprendizaje que se pretendan alcanzar deberán organizarse las condiciones externas. Para Gagné<sup>24</sup> dependiendo del tipo de aprendizaje a realizar se requerirán diferentes tipos de capacidades: habilidades intelectuales, información verbal, estrategias cognitivas, actitudes o destrezas motoras.

Si hasta aquí hemos sintetizado los fundamentos de su teoría del aprendizaje, veamos ahora las bases de su teoría de la instrucción.

Siguiendo las aportaciones de Gros<sup>25</sup> para realizar el diseño instructivo los pasos a seguir son los siguientes:

1. Identificar el tipo de resultado que se espera de la tarea que va a llevar a cabo el sujeto (lo que viene a llamarse "análisis de la tarea"). Ello posibilitaría descubrir qué condiciones internas son precisas y qué condiciones externas son convenientes.
2. Una vez determinado el resultado que se desea alcanzar hay que identificar los componentes procesuales de la tarea, es decir, los requisitos previos, de manera que sirvan de apoyo al nuevo aprendizaje.

---

<sup>24</sup> **R.M. GAGNÉ, R. GLASER.** *Foundations in learning research, en Instructional technology: Foundations.* R. GAGNÉ (Ed). Hillsdale. Lawrence Erlbaum Associates Inc. Publishers. 1987.

<sup>25</sup> **B. GROS.** *Diseños y programas educativos.* Barcelona. Ariel. 1997.

Teniendo en cuenta que la teoría de Gané pretende ofrecer un esquema general como guía para que los educadores creen sus propios diseños instructivos, adecuados a los intereses y necesidades de los alumnos, veamos la repercusión de su teoría en el diseño de software.

Las aportaciones de Gagné supusieron una alternativa al modelo conductista para el diseño de programas, centrándose más en los procesos de aprendizaje.

Sus dos contribuciones más importantes son según Gros<sup>26</sup> :

1. Sobre el tipo de motivación (los refuerzos). Considerar en un programa el refuerzo como motivación intrínseca (recordemos que en un programa conductista el refuerzo es externo). Por ello, el feedback es informativo, que no sancionador, con el objeto de orientar sobre futuras respuestas.
2. El modelo cognitivo de Gagné es muy importante en el diseño de software educativo para la formación. Su teoría ha servido como base para diseñar un modelo de formación en los cursos de desarrollo de programas educativos. En este sentido, la ventaja de su teoría es que proporciona pautas muy concretas y específicas de fácil aplicación.

En síntesis, la teoría de Gagné proporciona unas pautas de trabajo para la selección y ordenación de los contenidos y las estrategias de enseñanza, siendo así de gran

---

<sup>26</sup> B. GROS. *Diseños y programas educativos*. Barcelona. Ariel. 1997.

utilidad para los diseñadores. Es de destacar la labor de Merrill, que desarrollará una teoría de la instrucción (no de aprendizaje) a partir de la Gagné.

En la actualidad, un objetivo prioritario de Merrill "...es el desarrollo de modelos prescriptivos para la elaboración de materiales educativos informáticos"<sup>27</sup>. Merrill considera necesario proporcionar una metodología y herramientas que sirvan de guía en el diseño y desarrollo de materiales informáticos educativos. Considera la fase de desarrollo como fundamental para un uso efectivo de la computadora en educación, añadiendo que la finalidad de la computadora es ser de utilidad al profesor, no sustituirlo<sup>28</sup>.

Gagné<sup>29</sup> ocupa, sin duda, un puesto importante y controvertido. Dejemos los aspectos conflictivos para describir esquemáticamente los ocho tipos de aprendizaje que este autor diferencia.

1. Aprendizaje de signos y señales. Signo es cualquier cosa que sustituye o indica otra cosa, gracias a algún tipo de asociación entre ellas.
2. Aprendizaje de respuestas operantes. También llamado por Skinner "Condicionamiento Operante".
3. Aprendizaje en cadena. Aprender una determinada secuencia u orden de acciones.

---

<sup>27</sup> Ibídem, Pág. 66.

<sup>28</sup> Ibídem.

<sup>29</sup> **R.M. GAGNÉ, R. GLASER.** *Foundations in learning research, en Instructional technology: foundations.* R. GAGNÉ. Hillsdale. Lawrence Erlbaum Associates Inc. Publishers. 1987.

4. Aprendizaje de asociaciones verbales. Es un tipo de aprendizaje en cadena que implica operaciones de procesos simbólicos bastante complejos.
5. Aprendizaje de discriminaciones múltiples. Implica asociaciones de varios elementos, pero también implica separar y discriminar.
6. Aprendizaje de conceptos. Significa responder a los estímulos en términos de propiedades abstractas.
7. Aprendizaje de principios. Un principio es una relación entre dos o más conceptos. Existe una notoria diferencia entre aprender un principio y aprender una cadena verbal de conceptos sin entender el principio implicado.
8. Aprendizaje de resolución de problemas. La solución de un problema consiste en elaborar, con la combinación de principios ya aprendidos, un nuevo principio. La dificultad consiste, según Gagné, en que "...la persona que aprende debe ser capaz de identificar los trazos esenciales de la respuesta (o nuevo principio) que dará solución, antes de llegar a la misma"<sup>30</sup>.

Gagné considera que deben cumplirse al menos, diez funciones en la enseñanza para que tenga lugar un verdadero aprendizaje, Estas funciones son las siguientes:

1. Estimular la atención y motivar.
2. Dar información a los alumnos sobre los resultados de aprendizaje esperados (los objetivos).

---

<sup>30</sup> R.M. GAGNÉ, R. GLASER. *Foundations in learning research, en Instructional technology: foundations*. R. GAGNÉ. Hillsdale. Lawrence Erlbaum Associates Inc. Publishers. 1987.

3. Estimular el recuerdo de los conocimientos y habilidades previas, esenciales y relevantes.
4. Presentar el material a aprender.
5. Guiar y estructurar el trabajo del alumno.
6. Provocar la respuesta.
7. Proporcionar feedback.
8. Promover la generalización del aprendizaje.
9. Facilitar el recuerdo.
10. Evaluar la realización.

La teoría de Gagné insiste en la primacía del aprendizaje cognitivo, por su aplicabilidad a la enseñanza, por ofrecer esquemas formales que pueden servir no sólo para orientar la prácticos sino también para guiar la investigación. Sin embargo hay que tener en cuenta algunas objeciones al valor de los principios, que describe Gagné. Al concebir el aprendizaje como cambio de conducta da una gran importancia a los resultados inmediatos, olvidando los definitivos resultados que aparecen después de un largo proceso de aprendizaje.

Su teoría del aprendizaje exige definir los objetivos en términos de conductas observables, de objetivos operativos, definición difícil en muchos contenidos.

## **El constructivismo de Papert.**

Papert, creador del lenguaje LOGO, propone un cambio sustancial en la escuela: un cambio en los objetivos escolares acorde con el elemento innovador que supone el ordenador.

El lenguaje LOGO será el primer lenguaje de programación diseñado para niños. Utilizará instrucciones muy sencillas para poder desplazar por la pantalla el dibujo de una tortuga, pudiendo construir cualquier figura geométrica a partir de sus movimientos. Su pretensión básica es que los sujetos lleguen a dominar los conceptos básicos de geometría. Aunque en realidad, detrás de ello existe una "herramienta pedagógica mucho más poderosa", fundamento de todo aprendizaje: el aprendizaje por descubrimiento<sup>31</sup>.

Para Papert, el computadora reconfigura las condiciones de aprendizaje y supone nuevas formas de aprender.

Ya hemos comentado que una fuente importante de su obra serán las teorías de Piaget, con quien estuvo estudiando durante cinco años en el Centro de Epistemología Genética de Ginebra. Sin embargo, según Crevier, aunque coincidentes en los planteamientos generales, mientras Piaget no veía mayores

---

<sup>31</sup> D. CREVIER. *Inteligencia artificial*. Madrid. Acento. 1996, Pág. 86.

ventajas en el uso de la computadora para "modelizar la clase de estructuras mentales que postulaba"<sup>32</sup>, Papert se sintió rápidamente atraído por esa idea. Tanto es así que pronto entró en contacto con los investigadores pioneros en Inteligencia Artificial, campo del que recibiría también notorias influencias.

Es de aquí que recogerá su "interés por simular con el computadora los procesos cognitivos con el fin de estudiar con más detalle su naturaleza"<sup>33</sup>. Por otro lado, parte de los postulados piagetianos, entendiendo al sujeto como agente activo y "constructivo" del aprendizaje. Para ello, Papert plantea a Piaget desde una vertiente "más intervencionista"<sup>34</sup>. Así, dos serán los aspectos de este autor sobre los que Papert incidirá más, máxime entendiendo que Piaget no los desarrolló suficientemente: las estructuras mentales potenciales y los ambientes de aprendizaje<sup>35</sup>. Intentará que mediante la computadora el niño pueda llegar a hacerse planteamientos acerca de su propio pensamiento, tarea ésta difícilmente realizable sin su concurrencia.

El lenguaje LOGO será una pieza clave, pues mediante la programación el niño podrá pensar sobre sus procesos cognitivos, sobre sus errores y aprovecharlos para

---

<sup>32</sup> *Ibídem* Pág. 85.

<sup>33</sup> **E. MARTÍ.** *Aprender con ordenadores en la escuela.* Barcelona, ICE Horsori.1992. Pág. 82.

<sup>34</sup> **S. PAPER.** *Desafío de la mente. Computadoras y educación.* Buenos Aires, Galápagos. 1987. Pág.186.

<sup>35</sup> *Ibídem.*

reformular sus programas<sup>36</sup>. En otras palabras, la programación favorecerá las actividades metacognitivas. Como apunta Martí, Papert toma de Piaget:

- La necesidad de un análisis genético del contenido.
- La defensa constructivista del conocimiento.
- La defensa del aprendizaje espontáneo y, por tanto, sin instrucción.
- El sujeto es un ser activo que construye sus teorías sobre la realidad interactuando con esta.
- Confrontación de las teorías con los hechos -conocimiento y aprendizaje fruto de la interacción entre sujeto y entorno.

El lenguaje LOGO supone un "material lo suficientemente abierto y sugerente para elaborar sus propios proyectos, modificarlos y mejorarlos mediante un proceso interactivo"<sup>37</sup>.

Para Papert la utilización adecuada de la computadora puede implicar un importante cambio en los procesos de aprendizaje del niño. Se trata, pues, de un medio revolucionario, ya que puede llegar a modificar las formas de aprender.

---

<sup>36</sup> E. MARTÍ, E. *Aprender con ordenadores en la escuela*, Barcelona, ICE Horsori. 1992.

<sup>37</sup> *Ibíd.* Pág. 84.

Pero el uso de la computadora no debe limitarse al uso escolar tradicional, relegando al alumno a un segundo plano. "La computadora debería ser una herramienta con la que pueda llevar a cabo sus proyectos y tan funcional como un lápiz"<sup>38</sup>.

La visión de Papert sobre las posibilidades de la computadora en la escuela como una herramienta capaz de generar cambios de envergadura es ciertamente optimista: "La medicina ha cambiado al hacerse cada vez más técnica; en educación el cambio vendrá por la utilización de medios técnicos capaces de eliminar la naturaleza técnica del aprendizaje escolar"<sup>39</sup>.

Partiendo de las aportaciones de Delval<sup>40</sup> y Martí<sup>41</sup> podemos realizar las siguientes valoraciones:

Los planteamientos de Papert son, tal vez, demasiado optimistas ya que la utilización mayoritaria de computadoras en las escuelas se corresponde con la realización de "ejercicios rutinarios y repetitivos" de escaso interés<sup>42</sup>.

Según Martí, Papert enfatiza la necesidad de partir de experiencias concretas y conocidas. Sin embargo, las diferencias individuales al utilizar el LOGO para resolver

---

<sup>38</sup> S. PAPERT. *Desafío de la mente. Computadoras y educación*, Buenos Aires, Galápago. 1987.

<sup>39</sup> S. PAPERT. *La máquina de los niños*. Barcelona, Paidós. 1995. Pág.72.

<sup>40</sup> J. DELVAL. *Niños y máquinas. Los ordenadores y la educación*. Madrid, Alianza. 1986.

<sup>41</sup> E. MARTÍ. *Aprender con ordenadores en la escuela*, Barcelona, ICE Horsori. 1992.

<sup>42</sup> J. DELVAL. *Niños y máquinas. Los ordenadores y la educación*. Madrid, Alianza. 1986. Pág.233.

un mismo problema pueden hacer que las diferencias sean muy notables. Algunas investigaciones llevadas a cabo en escuelas en las que se utiliza LOGO refieren cambios apenas apreciables<sup>43</sup>.

Que el niño aprenda de sus propios proyectos y de su interacción con el computadora es muy positivo, pero sería preciso la figura de un guía que le permitiera extraer conceptos y nociones. Es importante la posibilidad de reflexionar sobre los errores, sin embargo, es posible no encontrar solución a los mismos, lo cual puede ocasionar resultados totalmente contrarios a los esperados si no existe una posible guía acerca de cómo resolver la situación problemática.

Papert no ofrece propuestas concretas sobre el contexto educativo en que se ha de utilizar LOGO.

### **Constructivismo y mediación.**

Martí propone la superación de las limitaciones a los métodos de Papert mediante una propuesta basada en un doble eje: Aplicación a situaciones específicas instructivas del constructivismo y Mediación del aprendizaje (a través del medio informático y a través de otras personas). Es posible que a través de la exploración individual el sujeto pueda adquirir determinados esquemas generales de

---

<sup>43</sup> J. DELVAL. *Niños y máquinas. Los ordenadores y la educación*. Madrid, Alianza, 1986. Pág.233.

conocimiento, pero mucho más difícil será que consiga alcanzar aprendizajes específicos.

Será necesario definir la situación instructiva partiendo de las ideas previas de los sujetos, de sus intuiciones y también será preciso definir el tipo de intervención de otras personas: profesor y alumnos. La utilización de un determinado vehículo o medio para la aprehensión de los significados supone tener en cuenta las características específicas de ese medio. Así, la computadora propiciará un contexto de aprendizaje diferente al de otro medio. Asimismo, partiendo de los postulados vygotskianos cabe destacar el papel del adulto y los iguales en el proceso de aprendizaje, ofreciendo una labor de andamiaje que apoyará al sujeto en su aprendizaje. Para entender el concepto de andamiaje es preciso hacer referencia a otro punto clave en la teoría de Vygotsky; nos referimos al concepto de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP).

Como Vygotsky señala "...no es otra cosa que la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz"<sup>44</sup>.

---

<sup>44</sup> L.S. VYGOTSKI. *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona. Crítica. 1979, Pág. 133.

En este sentido, algunos de los autores de tendencia neovygotskiana destacan el importante papel que juega el profesor en la utilización de software instructivo. Es el caso de Mercer y Fisher<sup>45</sup>, para los que el papel más relevante en todo proceso de enseñanza-aprendizaje reside en la comunicación, en el contexto cultural y en el lugar donde dicho proceso se lleva a cabo. Así, los autores aluden al ya mencionado concepto de andamiaje, o a la ayuda que el profesor ofrece al alumno para que pueda solventar por si mismo una situación problemática, para determinar su aplicabilidad a situaciones de EAC.

Mercer y Fisher consideran que pese a la importancia de la fase de diseño de software, en cuanto a los resultados instructivos, su aplicación en cada situación distinta supondrá también unos procesos y problemática diferentes. De esta manera, los procedimientos y resultados de cualquier actividad basada en la computadora surgirán a través de la charla y actividad conjunta entre maestro y alumnos. Es decir, el mismo software usado con combinaciones diferentes de maestros y alumnos en ocasiones diferentes, generará actividades distintas.

Estas actividades distintivas se llevarán a cabo en escalas de tiempo diferente, generarán problemas diferentes para los alumnos y maestros y casi tendrán ciertamente resultados de aprendizaje diferentes. Aparte del propio software, la

---

<sup>45</sup> **N. MERCER, E. FISHER.** *How do teachers help children to learn? An analysis of teacher's interventions in computer-based activities.* *Learning and Instruction.* Vol. 2, 1992, Págs. 339-355.

influencia fundamental en la estructura y resultados de una actividad basada en el computador vendrá ligada a la figura del maestro.

En nuestra opinión existen tres factores determinantes a la hora de aproximarnos al software educativo desde el punto de vista de las teorías del aprendizaje: el diseño del mismo, el contexto de aprendizaje y el papel del sujeto ante el aprendizaje.

El diseño condicionará totalmente el resultado final de la aplicación ya que reflejará los presupuestos teóricos de los autores, cómo consideran que el programa ha de ofrecer la información al sujeto, de qué manera puede actuar éste; en suma, reflejará sus concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje.

Sin embargo, como ya se dijo con anterioridad, la aplicación del material vendrá condicionada por el contexto de utilización. Ello incluye no sólo el lugar donde se va a utilizar sino también el rol del educador, en el caso de que lo hubiera, como diseñador de situaciones de enseñanza. Así, un programa concebido para el aprendizaje individualizado puede ser utilizado por un educador en el aula para realizar actividades de aprendizaje cooperativo.

La figura del docente resulta clave en contextos formativos formales ya que, en última instancia, será quien decida acerca de la manera de utilización del material (independientemente de que los resultados obtenidos puedan ser los óptimos o no).

De la misma manera, el docente puede considerar necesario intervenir para clarificar determinados aspectos del programa o puede decidir mantenerse al margen y seguir minuciosamente las indicaciones didácticas del programa.

El tercer factor a que aludíamos hace referencia al papel del sujeto ante el material. Este podrá oscilar entre dos extremos, entre un comportamiento activo o totalmente pasivo. Estará muy ligado a las características personales del sujeto ante el aprendizaje y determinará diversos tipos de interacción con el programa.

Respecto a que tan idóneo es utilizar un software determinado basado en una u otra teoría, obviamente dependerá de diversos criterios tales como: la sintonía conceptual con sus planteamientos; criterios de utilidad; criterios de disponibilidad, etc. Aunque tal vez, los que prevalezcan sean estos dos últimos dado que como ya se ha mencionado los materiales pueden adaptarse en muchas ocasiones a la metodología utilizada.

Por supuesto, hay que tener en cuenta que determinadas teorías avalarán mejor que otras determinados tipos de programas. Así, es posible que pese a las limitaciones de los más sencillos programas de EAC sean más que suficientes para una utilización de ejercitación y práctica.

Por otra parte, destacar la importancia de continuar investigando sobre la aplicación de la computadora desde perspectivas mediacionales; ello afectaría en mayor medida al diseño de los contextos de aprendizaje por computadora que a los propios materiales informáticos, pero es sin duda un planteamiento totalmente acorde con los presupuestos educativos actuales.

### **Un enfoque sistémico**

La teoría de los sistemas provee de un terreno fértil para llevar a cabo el estudio del diseño de los materiales multimediales educativos; Grün<sup>46</sup> menciona una definición de sistema de Francois como una entidad autónoma dotada de una cierta permanencia y constituida por elementos interrelacionados que forman subsistemas estructurales y funcionales, que se transforma dentro de ciertos límites de estabilidad, gracias a regulaciones internas que le permiten adaptarse a las variaciones de su entorno específico (por ejemplo, un hombre, un automóvil, una ameba). Por ello la Teoría General de los Sistemas (T.G.S.) planteada por Bertalanffy no estudia a los sistemas a partir de sus elementos sino tratándolos a partir de su organización interna, sus interrelaciones, sus niveles jerárquicos, su capacidad de variación y adaptación, su conservación de identidad, su autonomía, las relaciones entre sus elementos, sus reglas de organización y crecimiento, su desorganización y destrucción. Una de las virtudes

---

<sup>46</sup> E. GRÜN. *Una visión sistémica y cibernética del derecho*, <http://www.filosofiyderecho.com/rtfd/numero3/grun.htm>, 1999.

esenciales de la T.G.S. es la de tratar a los sistemas, sin prescindir de sus relaciones con su entorno manteniendo, además, las conexiones internas y externas de sus elementos. Todo lo cual no puede ser separado sin destruir la esencia del sistema, es decir, su unidad. Pues una de las ideas básicas en T.G.S. es que el todo es más (y es otra cosa) que la suma de sus partes porque las características constitutivas de ese todo no es explicable a partir de las características de las partes aisladas.

Considerando los sistemas abiertos, en la práctica sólo es significativo aquel entorno o ambiente a una parte del universo con el cual el sistema mantiene intercambios de cierta importancia y de una manera más o menos frecuente.

Desde un punto de vista sistémico un software interactivo educativo debería tener las siguientes características:

- Tiene una perspectiva holística: el todo es superior o diferente a las partes constitutivas
- Es recursivo y sinérgico: se la puede considerar sistema ya que se muestra independiente y coherente.
- Es un sistema abierto, es decir, un sistema real, aquel que interactúa con el entorno, pero a la vez se diferencia de él, por lo tanto:
  - sufre transformaciones estructurales en igual medida que el contexto sufre transformaciones (es homeostático) y

- es permeable a los estímulos externos.
  
- Es un sistema realimentado, es decir, de acuerdo a las señales de entrada, el sistema por sí solo se reorienta o replantea continuamente su situación (principio de la cibernética). De este modo, el sistema tiene una realimentación positiva, es decir, representa la variación de un elemento que se propaga por el lazo de realimentación y que refuerza su valor inicial haciéndola mayor (amplificándola). Los lazos de realimentación positiva tienden a no mantener el estado de equilibrio del sistema, llevándolo a nuevos estados, de esta manera la entropía del sistema se aleja del valor máximo que puede tomar (desde este punto de vista el sistema se torna inestable, lejos del equilibrio, pero con un mayor nivel de ordenamiento de sus elementos constitutivos). En la medida que implican la instauración de nuevas estructuras, el sistema sufre procesos irreversibles y amplificados.

Partiendo de esta perspectiva sistémica y considerando el software multimedia como un **Sistema Interactivo Multimedia (SIM)** educativo, nos permitirá realizar un estudio más detallado de su interacción (estímulos y realimentaciones) con el entorno. Mediante un análisis entrópico será posible conocer la orientación que lleva a cabo la evolución de estos materiales al interactuar como sistema abierto, ya que en ese entorno se encuentra entre otros elementos la vinculación y la información que proporciona el usuario, de esta manera, un SIM se

comportaría en forma adecuada y adaptada al perfil del usuario, según las características que presente las estimulaciones y flujos de información que provienen del entorno.

Es así, que en la actualidad, las aplicaciones multimedia educativas, en su afán de formar, sólo lo puede conseguir con un “usuario estándar”, del cual los programadores y diseñadores de la aplicación tomaron como modelo con argumentos dudosos y discutibles sobre lo que significa realmente el término “usuario estándar”, sin considerar que cada individuo construye su conocimiento de diversas formas y proviene de conocimientos y acontecimientos previos diferentes. Como expresa Gardner<sup>47</sup> se enseña y evalúa las materias de la misma manera, a todos los estudiantes por igual, porque parece justo poder tratar a todos los estudiantes como si fueran semejantes; se apoyan en el supuesto equivocado de que todas las personas tienen el mismo tipo de mente.

Por esta razón, se hará explícito lo que debería ser capaz de hacer un SIM educativo, el mismo debe ser capaz de:

- a) presentar información textual, sonora y visual de modo coordinada e integrada,
- b) presentar un desarrollo de contenidos y actividades en forma ramificada (tanto transversal como longitudinal),

---

<sup>47</sup> H. GARDNER. *Inteligencias múltiples*. Buenos Aires, Paidós, 2003.

- c) adaptar los contenidos y actividades a las características del alumno (tanto cognitiva como de los conocimientos previos que presenta),
- d) adaptarse a las características del hardware informático que se disponga,
- e) comunicar y compartir información con otros alumnos (contribuya al aprendizaje colaborativo),
- f) poder acceder a materiales de estudio de otras fuentes (acceso a la información distribuida),
- g) presentar contextos (modelos, aplicaciones, contenidos y actividades) adaptados por el usuario.

Desde esta perspectiva, se debe tener en cuenta que las aplicaciones informáticas que existen en la actualidad tienden a ser sistemas abiertos muy limitados, en el sentido de que los estímulos provenientes del exterior y sus realimentaciones no influyen en forma determinante en cuanto a la esencia del funcionamiento y al desarrollo del sistema.

La perspectiva sistémica y relación con el entorno nos hace introducir otro concepto necesario para el entendimiento del desarrollo de materiales interactivos multimediales: la entropía.

## El diseño de programas volátiles y subversivos

Desde el punto de vista didáctico de estos materiales interactivos, lo relevante del enfoque constructivista es que el alumno tiene el control del proceso, en el momento en que el aprendiz toma decisiones que emparejan de acuerdo a su propio estado cognoscitivo y de sus propias necesidades. Squires<sup>48</sup> afirma que se presenta una paradoja si aceptamos una visión constructivista del aprendizaje con respecto al diseño de los programas multimedia educativos: si al intentar diseñar ambientes de aprendizaje eficaces estamos al mismo tiempo reprimiendo los niveles de libertad para que los mismos aprendices puedan tomar decisiones sobre su propio aprendizaje.

De acuerdo a las intenciones de diseño que se tuvo a realizar un programa multimedia educativo, los usuarios con fines educativos pueden subvertir el diseño de software para satisfacer sus propias necesidades en diferentes grados, según los objetivos que se persiguen en las actividades y el grado de delegación que permite el software, es decir, a través de la manera en la que usan al software, maestros y alumnos pueden reformar las intenciones originales que tuvo el diseñador.

---

<sup>48</sup> **D. SQUIRES.** *Educational software and learning: subversive use and volatile design.* IEEE Proceedings of the 32nd International Conference on System Sciences, Hawaii.  
URL: <http://www.computer.org/proceedings/hicss/0001/00011/00011079.PDF>, 1999.

Desde una perspectiva del diseño Squires la llama “subversión delegada”. Esta delegación puede presentarse en tres niveles, dependiendo en si el software incorpora intenciones del diseño educativas explícitas, implícitas o ausentes. El uso subversivo de software en la primera categoría requerirá un esfuerzo consciente por frustrar las intenciones de los diseñadores. En el segundo caso, el software puede usarse subversivamente sin que el usuario esté consciente de él. En el tercer caso, por definición, una ausencia de apuntalar intenciones del diseño educativo, a menudo debido a que el software originalmente fue pensado para uso general, por lo que es “secuestrado” para los propósitos educativos, en este caso, se pone la carga en el maestro y/o aprendiz para subvertir las intenciones no-educativas del diseñador.

En cuanto a “la subversión incorporada”, consiste en dar énfasis al papel activo y determinante de los alumnos en configurar sus propios ambientes de aprendizaje para resonar de acuerdo a sus propias necesidades, haciendo eco de las nociones de aprendizaje con tecnología a través del “compromiso atento” y los aprendices como diseñadores intentando representar su propio conocimiento, de esta manera se busca la significancia personal. La subversión incorporada lleva a diseños del software que son volátiles por naturaleza, respondiendo al cambio y necesidades idiosincrásicas de aprendices. Un rasgo crucial de subversión incorporada es la creación de un enlace entre la exploración y expresión proporcionando una realimentación intrínseca que representa los efectos de las acciones de los alumnos.

En consecuencia, una síntesis de los rasgos esenciales de una visión constructivista del aprendizaje en el desarrollo de materiales multimediales educativos es que debe:

- iluminar las características de subversión delegada y
- mantener pautas de diseño de aplicaciones arteras que ofrecen la subversión incorporada.

De esta manera, los programas deben ser volátiles con respecto a su diseño y subversivo en cuanto a su utilización. La idea de volatilidad está proporcionando de alguna manera, la idea del grado de permeabilidad del sistema abierto con respecto a la estimulación del entorno, y lo subversivo, con el nivel de maleabilidad que pueden presentar, mediante el proceso adecuado del tránsito de información tanto interna como aquella proveniente del entorno que llevará a cabo el software.

Los programas actuales de computación referidos a usuarios finales presentan secuencias preestablecidas de acciones, son "...secuencias de instrucciones escritas en un lenguaje determinado y que vienen a representar la solución a un problema"<sup>49</sup>, no obstante, para enfrentar la incertidumbre de la acción es necesario el recurso de la estrategia, que permite a partir de una decisión inicial, imaginar

---

<sup>49</sup> S. SANCHEZ CERESO. *Léxicos tecnología de la educación*, Madrid, Santillana, 1991, Pág. 429.

un cierto número de escenarios para la acción, escenarios que podrán ser modificados según las informaciones que lleguen al sistema en el curso de la acción y según los elementos aleatorios que sobrevendrán y perturbarán esa acción.

Morin<sup>50</sup> expresa que la estrategia debe prevalecer sobre el programa, ya que éste al presentar secuencias determinadas de antemano en un entorno estable, al ocurrir alguna alteración en las condiciones externas, se bloquea. En cambio, la estrategia elabora un escenario de acción examinando las certezas e incertidumbres de la situación, las probabilidades y las improbabilidades, se pueden plantear estrategias utilizando secuencias cortas de programas, pero para toda aquello que se efectúe en un entorno inestable e incierto, como sucede en el proceso enseñanza-aprendizaje, debe imponerse la estrategia.

En la elección de la estrategia más apropiada toma un rol relevante el Motor de Selección y el aprendiz, ya que la interacción mutua software-aprendiz hará describir el itinerario en la arquitectura arbórea que compone el sistema.

Si se considera que el proceso de enseñanza y aprendizaje es complejo y que cada individuo aprende de distinta manera, las aseveraciones de Morin desde una perspectiva general deben ser incluidas en el ámbito del diseño de los programas multimediales educativos, por lo tanto, para que el proceso pueda

---

<sup>50</sup> E. MORIN. *La cabeza bien puesta*. Buenos Aires, Nueva Visión, 1999.

ser efectivo y eficaz, los mencionados programas que existen en la actualidad deben dejar de ser programados para elevarse (o descender, según el punto de vista) a otra condición, la de ser un medio que no sólo almacene y presente información sino que realmente pueda formar al individuo planteando diversas estrategias de acuerdo a señales realimentadas implicadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por lo tanto, respaldamos el desarrollo de un nuevo software que va mas allá de lo intangible, un software volátil, modular como el tradicional pero con un crecimiento no sólo longitudinal sino también transversal y a la medida de las necesidades del alumno, sin limitaciones y adaptable al usuario, cambiando éste el rol pasivo que siempre se le dio para transformarse en el verdadero protagonista del proceso, constituyéndose también en el diseñador de su propio software.

### **Ciclo de vida de prototipos evolutivos**

Como punto de partida, se ha realizado una prospección de las teorías de la educación contemplando, la instrumentalización cognitiva de Bruner, la perspectiva psicogenética de Piaget, el aprendizaje significativo de Ausubel, el marco sociocultural de Vygotski, a fin de considerar de acuerdo a las necesidades, el constructivismo así como las teorías cognitivas actuales y sus variantes.

Estas teorías permitirán elaborar el software de acuerdo a la necesidad en cada caso, ya sea un programa para el entrenamiento de personal en primeros auxilios, de ejercitación, de refuerzo o para la construcción de significados a partir del descubrimiento. Es decir de acuerdo al requerimiento el docente podrá utilizar la que crea más conveniente.

En la siguiente tabla se enumeran las fases del ciclo de vida para prototipos evolutivos básica y en publicaciones previas de Cataldi Z., Lage F.<sup>51</sup>, se puede encontrar la definición detallada de cada una de ellas.

LAS FASES DEL CICLO DE VIDA DE PROTOTIPOS EVOLUTIVOS
1. Factibilidad (FAC),
2. Definición de requisitos del sistema (RES),
3. Especificación de los requisitos del prototipo (REP),
4. Diseño del prototipo (DPR),
5. Diseño detallado el prototipo (DDP),
6. Desarrollo del prototipo (codificación) (DEP),
7. Implementación y prueba del prototipo (IPP),
8. Refinamiento iterativo de las especificaciones del prototipo (aumentando el objetivo y/o el alcance). Luego, se puede volver a la etapa 2 o continuar si se logró el objetivo y alcance deseados. (RIT),
9. Diseño del sistema final (DSF),
10. Implementación del sistema final (ISF),
11. Operación y mantenimiento (OPM),
12. Retiro (si corresponde) (RET).

---

<sup>51</sup> **Z. CATALDI, F. LAGE.** *Methodology of design and development of educational software from a pedagogical perspective.* Anales de ICECE 2000 International Conference on Engineering and Computer Education. 27-30 de agosto. San Pablo. Brasil.

<b>CICLO AMPLIADO DE PROTOTIPOS EVOLUTIVOS<sup>52</sup></b>	
<b>1. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD EDUCATIVA</b>	Identificar la necesidad del programa educativo Seleccionar la teoría educativa a utilizar.
<b>2. PROCESO DE SELECCIÓN DEL MODELO DE CICLO DE VIDA</b>	Seleccionar un modelo de ciclo de vida acorde con la teoría educativa elegida
<b>3. PROCESO DE INICIACIÓN, PLANIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DEL PROYECTO</b>	Establecer la matriz de actividades considerando la teoría educativa elegida
<b>4. PROCESO DE EXPLORACIÓN DE CONCEPTOS</b>	Identificar las necesidades educativas Formular posibles soluciones potenciales Formular soluciones potenciales compatibles.
<b>5. PROCESO DE ASIGNACIÓN DEL SISTEMA</b>	Definir las funcionalidades del programa Desarrollar la arquitectura del programa en base a la teoría educativa elegida.
<b>6. PROCESO DE ANÁLISIS DE LOS REQUISITOS EDUCATIVOS</b>	Definir los objetivos educativos Definir las características del grupo destinatario Definir contenidos y el recorte de contenidos Definir estrategias didácticas Definir las actividades mentales a desarrollar Definir nivel de integración curricular Definir tipo de uso del programa y nivel de interactividad Definir efectos motivantes Definir posibles caminos pedagógicos Definir tiempo y modo de uso del programa Definir hardware asociado
<b>7. PROCESO DE ANÁLISIS DE LOS REQUISITOS DE SOFTWARE</b>	Definir el tipo de programa a desarrollar Definir el tipo de interactividad Integrar requisitos educativos y de software

<sup>52</sup> Z. CATALDI, F. LAGE, R. PESSACQ, R. GARCÍA-MARTÍNEZ. *Metodología Extendida para la Creación de Software Educativo desde una Visión Integradora*. Revista Latinoamericana De Tecnología Educativa, Volumen 2, Número 1, [http://www.unex.es/didactica/RELATEC/Relatec\\_2\\_1/cataldi\\_lage\\_2\\_1.pdf](http://www.unex.es/didactica/RELATEC/Relatec_2_1/cataldi_lage_2_1.pdf), 2005.

<p><b>8. PROCESO DE DISEÑO</b></p>	<p>Definir la organización de los menús                  Definir tipo de iconos a usar                  Seleccionar efectos a usar (sonido, vídeo, etc.)                  Seleccionar textos a usar                  Asegurar facilidad de lectura                  Realizar diseño de las pantallas                  Realizar diseño de los menú                  Realizar storyboards                  Definir los criterios de navegación                  Definir las actividades (búsqueda, ejercitación, etc. )                  Definir tipo de módulos (problemas, evaluación, etc.)                  Definir tipos de ayudas didácticas (errores, mensajes)</p>
<p><b>9. PROCESO DE EVALUACIÓN DE LOS PROTOTIPOS DE SOFTWARE.</b></p>	<p>Confeccionar el instrumento de evaluación                  Evaluar prototipos del programa                  Elaborar los resultados                  Identificar cambios y ajustes a realizar                  Llevar a cabo modificaciones pertinentes                  Archivar resultados</p>
<p><b>10. PROCESO DE EVALUACIÓN INTERNA Y EXTERNA DEL SOFTWARE</b></p>	<p>Confeccionar el instrumento de evaluación                  Evaluar interna y externamente el programa                  Elaborar los resultados                  Identificar cambios y ajustes a realizar                  Llevar a cabo modificaciones pertinentes                  Archivar resultados</p>
<p><b>11. PROCESO DE EVALUACIÓN CONTEXTUALIZADA</b></p>	<p>Diseñar la evaluación: definir grupos: de control y experimental, docente, tiempo, modo.                  Aplicar la prueba                  Identificar posibles problemas                  Realizar las modificaciones y ajustes de la versión</p>
<p><b>12. PROCESO DE DOCUMENTACIÓN DIDÁCTICA</b></p>	<p>Planificar la documentación didáctica                  Elaborar guía didáctica                  Adjuntar la información didáctica pertinente                  Producir la documentación y adjuntarla al programa.</p>
<p><b>13. PROCESO DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA</b></p>	<p>Incluir los resultados de las evaluaciones</p>

Luego de la definición de las etapas mostradas en la tabla anterior, se procede a la construcción del documento denominado Matriz de Actividades, donde se definen las actividades a desarrollar en cada fase, y los procesos asociados a cada una de ellas.

Procesos	Documento de salida	Métodos/Técnicas/Herramientas a emplear <sup>53</sup>
Proceso de identificación de la necesidad educativa	Definición del marco educativo y comunicacional.	Encuesta, entrevista
Proceso de selección del modelo de ciclo de vida	Ciclo de vida adoptado	
Proceso de iniciación, planificación y estimación del proyecto	Plan de gestión del proyecto	Diagrama de Gantt. Modelos empíricos de estimación
Proceso de seguimiento y control del proyecto de programa	Análisis de riesgos y plan de contingencias. Registro histórico del proyecto	Modelizado. Prototipado. Revisiones. Auditorías. Análisis CPM.
Proceso de gestión de calidad del software	Plan de garantía de calidad. Recomendaciones de mejora de calidad.	Técnicas de planificación. Métricas de calidad del software
Proceso de exploración de conceptos	Informe de necesidades. Posibles soluciones factibles	Análisis Costo Beneficio. DFD. Prototipado
Proceso de asignación del programa (sistema).	Especificación de requisitos funcionales de hardware y software. Especificación de interfaces del sistema o programa. Descripción funcional. Arquitectura.	DFD, Módulos
Proceso de análisis de requisitos educativos	Especificación de los objetivos y estructuración de conceptos. Selección de contenidos y pertinencia.	Enfoques cognitivistas. Enfoques constructivistas. Estrategias cognitivas.
Proceso de análisis de requisitos del software	Especificación de requisitos del software, de interfaces de usuario y otro software. Interfase de hardware y con el sistema físico.	Análisis estructurado. DFD. Diagramas E/R. Técnicas de Prototipado

<sup>53</sup> CPM significa Método del Camino Crítico, DFD es diagrama de flujo de datos, E/R son diagramas entidad-relación

Proceso de diseño de los contenidos del software	Identificación de los procesos mentales a estimular. Definición de las actividades a realizar por los alumnos. Jerarquización de los conceptos. Descripción del diseño del software y de la arquitectura. Descripción del flujo de información, bases, interfaces y algoritmos.	Uso de estrategias cognitivas. Teoría de Ausubel Programación estructurada. Programación Orientada a objetos. Técnicas de prototipado
Proceso de implementación e integración de módulos	Datos para las pruebas Documentación del sistema o programa y del usuario Plan de integración	Lenguajes de programación
Proceso de instalación	Plan de instalación Informe de instalación	Lenguajes de programación
Proceso de operación y soporte	Histórico de pedidos de soporte	Análisis estadístico
Proceso de mantenimiento	Recomendaciones de mantenimiento	Reaplicar el ciclo de vida
Proceso de retiro	Plan de retiro	
Proceso de verificación y validación	Plan de verificación y validación Plan de pruebas Especificación y resumen de la prueba Software aprobado	Pruebas de caja negra Pruebas de caja blanca
Proceso de evaluación de los prototipos del software	Diseño del instrumento de evaluación Resumen de la prueba Selección de la muestra	Cuestionario estructurado
Proceso de evaluación interna y externa del software	Diseño del instrumento de evaluación Resumen de la prueba Selección de la muestra	Cuestionario estructurado

Proceso de evaluación contextualizada	Diseño de la experiencia Definición de los grupos de control y experimental	Técnicas de análisis pre-post Test de Raven Prueba de Wilcoxon
Proceso de configuración	Plan de gestión de la configuración	Base de datos Diagramas de Gantt
Proceso de documentación técnica	Plan de documentación técnica	
Proceso de documentación didáctica	Plan de confección de la documentación didáctica	
Proceso de formación y capacitación de personal	Plan de formación y capacitación	

**Matriz de Actividades según el Ciclo Ampliado de Prototipos Evolutivos**

## **METODOLOGÍA**

Se tomó como caso para desarrollar el de un programa solicitado por los docentes y alumnos de la especialidad de BT en computación de SAETI: un software donde se pudieran aplicar los fundamentos psicopedagógicos descritos en el marco teórico, ya que se consideraba que una clase expositiva no era suficiente para las expectativas de los alumnos.

Se consideró oportuno realizar un programa en MS-Visual FoxPro 6.0, y para la evaluación del mismo se instaló en el Laboratorio de Computadoras del CETis No.49.

Para ello, se desarrolló el programado de acuerdo a la metodología propuesta en el capítulo anterior, con la ayuda de un especialista en contenidos del área temática. De este modo, se partió de la realización de un mapa de conceptos de este tema, como los desarrollados por Novak, siguiendo un orden conceptual jerárquico del tipo árbol.

Para el desarrollo del prototipo inicial que denominamos SIDEM (Sistema Integrador de Elementos Multimedia) se eligió el modelo del Ciclo de Vida de Prototipos Evolutivos y Microsoft Visual Fox Pro 6.0 como herramienta de programación, implementándose una matriz, donde se definen las actividades a desarrollar en cada fase y los procesos asociados a cada una de ellas. Esta matriz de actividades da una idea de aproximación constructivista-cognitivista, ya que en este caso para desarrollar el software, se usó una teoría que posibilitara al sujeto activo tanto la

construcción de sus propios aprendizajes al modo de Bruner y le permitiera la incorporación de nuevos conocimientos a las estructuras ya existentes de un modo permanente, jerárquico y relacional, es decir buscando la incorporación de conceptos nuevos de modo significativo y duradero.

Analizados en detalle los distintos modelos de ciclo de vida, se eligió como ciclo a extender, para cautelar los aspectos pedagógicos-didácticos, el de prototipado evolutivo, como una primera aproximación a la solución.

Siguiendo este enfoque, en el desarrollo de la alternativa, los docentes que participamos en su elaboración, decidimos compartir la responsabilidad y la elaboración de cada una de las etapas que involucra la propuesta.

1. Proceso de identificación de la necesidad educativa. En esta etapa se hace una definición del marco educativo y comunicacional, desarrollando encuestas y entrevistas.
2. Proceso de selección del modelo de ciclo de vida. En esta etapa se hace la selección del modelo de Ciclo de vida adoptado para el desarrollo del software.
3. Proceso de iniciación, planificación y estimación del proyecto. En esta etapa se determina el Plan de gestión del proyecto, para lo cual se realiza una planeación del mismo, expresándose en un Diagrama de Gantt o CPM.

4. Proceso de seguimiento y control del proyecto (programa). En esta etapa se realiza un análisis de riesgos y plan de contingencias, así como un registro histórico del proyecto. Se desarrollan los modelos, prototipos y revisiones comparativas con el análisis CPM.
5. Proceso de gestión de calidad del software. En esta etapa se determina un Plan de garantía de calidad, así como las recomendaciones para la misma, aplicando las Métricas de calidad del software.
6. Proceso de exploración de conceptos. En esta etapa, se lleva a cabo un Informe de necesidades, así como de las posibles soluciones factibles, complementándose con un Análisis Costo Beneficio, Diagramas de Flujo de Datos (DFD) y prototipo.
7. Proceso de asignación del programa (sistema). En esta etapa se realiza la Especificación de requisitos funcionales de hardware y software, la especificación de interfaces del sistema o programa, su descripción funcional y su arquitectura, esto se expresa en Diagramas de Flujo de Datos, así como en los diagramas de arquitectura para identificar los diferentes módulos que constituyen el software.
8. Proceso de análisis de requisitos educativos. Esta etapa es muy importante ya que se lleva a cabo la especificación de los objetivos y estructuración de conceptos, así como la selección de contenidos y pertinencia, aplicando los enfoques cognitivistas y constructivistas, así como estrategias cognitivas.

9. Proceso de análisis de requisitos del software. En esta etapa se realiza la especificación de requisitos del software, de interfaces de usuario y otro software, así como de la interfase de hardware con el sistema físico.
10. Proceso de diseño de los contenidos del software. En esta etapa se lleva a cabo la identificación de los procesos mentales a estimular, así como la definición de las actividades a realizar por los alumnos, y la jerarquización de los conceptos, aplicando estrategias cognitivas y las Teorías de Ausubel y Novak, así como el uso de mapas conceptuales

La elección del modelo se debe básicamente a las siguientes razones:

- a) Cuando se trata de un software a ser desarrollado por encargo, es deseable obtener un primer esbozo de lo que será el programa tan pronto como fuera posible a fin de satisfacer la curiosidad del usuario, y para saber realmente qué es lo que éste quiere e incorporar sus sugerencias de cambio, si las hubiera, lo antes posible, es decir en etapas tempranas de la construcción.
- b) Por otra parte, es necesario saber lo antes posible si los desarrolladores han interpretado correctamente las especificaciones y las necesidades del usuario.
- c) En muchos casos los usuarios no tienen una idea acabada de lo que desean, por lo tanto los desarrolladores deben tomar decisiones y suponer que es lo que el usuario quiere. Por este motivo, la emisión de los prototipos

brinda la posibilidad de efectuar refinamientos de los requerimientos en forma sucesiva a fin de acercarse al producto deseado.

- d) Es decir, la decisión se fundamenta en la ventaja de la realización de los cambios en etapas tempranas y la posibilidad de emisión varios prototipos evaluables durante el desarrollo, obteniéndose de este modo paralelamente una metodología integral también para el proceso de evaluación del programa<sup>54</sup>.

### Matriz de Actividades

Procesos	Documento de salida	Métodos/Técnicas/Herramientas a emplear <sup>55</sup>
Proceso de identificación de la necesidad educativa	Definición del marco educativo y comunicacional.	Encuesta, entrevista
Proceso de selección del modelo de ciclo de vida	Ciclo de vida adoptado	
Proceso de iniciación, planificación y estimación del proyecto	Plan de gestión del proyecto	Diagrama de Gantt. Modelos empíricos de estimación
Proceso de seguimiento y control del proyecto de programa	Análisis de riesgos y plan de contingencias. Registro histórico del proyecto	Modelado. Prototipado. Revisiones. Auditorias. Análisis CPM.
Proceso de gestión de calidad del software	Plan de garantía de calidad. Recomendaciones de mejora de calidad.	Técnicas de planificación. Métricas de calidad del software

<sup>54</sup> Z. CATALDI, F. LAGE. *Evaluation of educational software from an integral perspective*. Cacic 2000, VI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, 2-7 de Octubre, Ushuaia. IE002.

<sup>55</sup> CPM significa Método del Camino Crítico, DFD es diagrama de flujo de datos, E/R son diagramas entidad-relación

Proceso de exploración de conceptos	Informe de necesidades. Posibles soluciones factibles	Análisis Costo Beneficio. DFD. Prototipado
Proceso de asignación del programa (sistema).	Especificación de requisitos funcionales de hardware y software. Especificación de interfaces del sistema o programa. Descripción funcional. Arquitectura.	DFD, Módulos
Proceso de análisis de requisitos educativos	Especificación de los objetivos y estructuración de conceptos. Selección de contenidos y pertinencia.	Enfoques cognitivistas. Enfoques constructivistas. Estrategias cognitivas.
Proceso de análisis de requisitos del software	Especificación de requisitos del software, de interfaces de usuario y otro software. Interfase de hardware y con el sistema físico.	Análisis estructurado. DFD. Diagramas E/R. Técnicas de Prototipado
Proceso de diseño de los contenidos del software	Identificación de los procesos mentales a estimular. Definición de las actividades a realizar por los alumnos. Jerarquización de los conceptos. Descripción del diseño del software y de la arquitectura. Descripción del flujo de información, bases, interfaces y algoritmos.	Uso de estrategias cognitivas. Teoría de Ausubel Programación estructurada. Programación Orientada a objetos. Técnicas de prototipado
Proceso de implementación e integración de módulos	Datos para las pruebas Documentación del sistema o programa y del usuario Plan de integración	Lenguajes de programación
Proceso de instalación	Plan de instalación Informe de instalación	Lenguajes de programación
Proceso de operación y soporte	Histórico de pedidos de soporte	Análisis estadístico
Proceso de mantenimiento	Recomendaciones de mantenimiento	Reaplicar el ciclo de vida
Proceso de retiro	Plan de retiro	

Proceso de verificación y validación	Plan de verificación y validación Plan de pruebas Especificación y resumen de la prueba Software aprobado	Pruebas de caja negra Pruebas de caja blanca
Proceso de evaluación de los prototipos del software	Diseño del instrumento de evaluación Resumen de la prueba Selección de la muestra	Cuestionario estructurado
Proceso de evaluación interna y externa del software	Diseño del instrumento de evaluación Resumen de la prueba Selección de la muestra	Cuestionario estructurado
Proceso de evaluación contextualizada	Diseño de la experiencia Definición de los grupos de control y experimental	Técnicas de análisis pre-post Test de Raven Prueba de Wilcoxon
Proceso de configuración	Plan de gestión de la configuración	Base de datos Diagramas de Gantt
Proceso de documentación técnica	Plan de documentación técnica	
Proceso de documentación didáctica	Plan de confección de la documentación didáctica	
Proceso de formación y capacitación de personal	Plan de formación y capacitación	

En el Anexo 1, se muestra el diagrama de Gantt correspondiente a la Matriz de Actividades.

Para el Diseño de Interfaz de Usuario, las tareas a realizar serán regidas por los tres principales criterios de diseño de interfaz de software, descritos por Wilding<sup>56</sup> :

<sup>56</sup> C. WILDING. *Practical GUI Screen Design: Making It Usable*. Proceedings of the conference on CHI 98 summary: human factors in computing systems. 1998, Págs. 125-126.

1. Usabilidad: ¿puede el usuario aprender fácil y efectivamente interactuar con el sistema?
2. Funcionalidad: ¿qué funciones y controles están disponibles para permitir el uso óptimo del sistema?
3. Comunicación visual y estética: ¿cómo la apariencia visual y ubicación espacial de los elementos optimiza la funcionalidad?

En esta etapa, el establecimiento preciso de la metáfora del software es clave, puesto que los criterios de implementación y la generación de contenidos serán regidos por tal definición. La importancia del establecimiento de una buena metáfora, además, permitirá al usuario comprender, utilizar y recordar información más rápido, con mayor facilidad y satisfacción<sup>57</sup>.

Aspectos específicos a establecer en el Diseño de Interfaz de Usuario, referidos específicamente al ámbito comunicacional, son:

1. Determinación del aspecto de la interfaz, de acuerdo a la caracterización de los usuarios finales.
2. Determinación de las pautas gráficas para la construcción de ilustraciones y la edición de videos y animación.
3. Determinación de ubicación de elementos de información y auxiliares en el espacio de trabajo (layout).

---

<sup>57</sup> **A. MARCUS.** *Metaphor Design for User Interfaces.* Proceedings of the conference on CHI 98 summary: human factors in computing systems. 1998, Págs. 129-130.

La generación de contenidos está a cargo de los docentes y/o alumnos. La captura y edición de datos se realizará de acuerdo al concepto original del software y a los requerimientos planteados, evitando generar información innecesaria, con el consiguiente ahorro de recursos. Las características internas y de presentación de los datos pasa de ser sólo un complemento a los objetivos del producto, a constituirse en factor determinante en la consecución de éstos. Se recalca la importancia del estilo de redacción de texto a incluir en el software, el que debe ser acorde tanto a los propósitos pedagógicos como también al medio de enseñanza. Existen muchas diferencias entre un medio impreso (libro, revista) y un medio "digital", sobre todo por el carácter navegacional de este último. Esto hace necesario adoptar un estilo discursivo que utilice las fortalezas de cada uno y minimice sus debilidades<sup>58 59</sup>.

---

<sup>58</sup> **J. NIELSEN.** *Do Interface Standards Stifle Design Creativity?*, Jakob Nielsen's Alertbox, August 22, 1999.  
<http://www.useit.com/alertbox/990822.html>

<sup>59</sup> **J. NIELSEN.** *Be Succinct! (Writing for the Web)*, Jakob Nielsen's Alertbox, March 15, 1999.  
<http://www.useit.com/alertbox/9703b.html>

## **Procedimientos para la recolección de información, instrumentos a utilizar y métodos para el control y calidad de datos.**

La metodología hoy en día, abre un abanico de posibilidades educativas y contextuales de análisis con respuestas basadas en una lógica congruente, factible de ser aplicada en la cotidianidad docente o por lo menos a través de esta alternativa educativa, el tipo de estudio que conduce a la misma es de carácter descriptivo, con la modalidad del empleo de la técnica de la encuesta, mediante la aplicación de un instrumento tipificado como cuestionario, aplicado a los actores que intervienen en el proceso educativo.

Se optó por el empleo de la herramienta que a continuación se describe por ser la más adecuada para la recopilación de datos, necesarios para hacer el diagnóstico psicopedagógico:

**Cuestionario**<sup>60</sup>. Es un instrumento para recolección de información, que es llenado por el encuestado.

---

<sup>60</sup> **G. CRUZ GONZÁLEZ.** Diseño del Cuestionario, Universidad Veracruzana, Red Universitaria de Estudios de Opinión, Xalapa, Ver. mayo de 2007 En:  
[http://www.uv.mx/redopinion/materiales/DisenoCuestionario/Antologia\\_DisennoCuestionario.pdf](http://www.uv.mx/redopinion/materiales/DisenoCuestionario/Antologia_DisennoCuestionario.pdf)

## **Objetivos**

- Uniformar la observación.
- Fijar la atención en los aspectos esenciales del objeto de estudio.
- Aislar problemas y precisar los datos requeridos.

## **Pasos para el diseño de formularios**

- Delimitar objetivos.
- Operativizar variables.
- Determinar la unidad de observación.
- Elección del método de aplicación.
- Adiestrar al personal recolector.
- Prueba del cuestionario.
- Diseño propiamente dicho.

## **Reglas para el diseño de cuestionarios**

- Hacerlos cortos.
- Utilizar términos claros y precisos, y una redacción sencilla.
- El tamaño debe facilitar su manejo.
- Los espacios de llenado deberán ser suficientes para las respuestas.
- Señalar siempre en su cuerpo los objetivos que persigue.
- De preferencia, hacer preguntas cerradas, para facilitar el procesamiento de la información.

- Adjuntar instrucciones para su manejo.

### **Tipos de cuestionarios**

Por cuadros, con datos objetivos.

Se llama *preguntas cerradas* a las que sólo permiten una opción para contestar, y *abiertas* a las que dejan plena libertad para responder.

### **Desventajas del cuestionario**

- a) Sólo se puede aplicar a personas que sepan leer.
- b) Las respuestas pueden falsearse.
- c) Puede haber preguntas sin respuesta.
- d) Debe ser perfectamente estructurado.

### **Ventajas del cuestionario**

1. Económico.
2. Puede enviarse a lugares distantes.
3. Aplicable a grandes grupos de población.

### **Prueba del cuestionario**

Una vez redactado el cuestionario, se somete a una prueba de validez, confiabilidad y operatividad. Se aplica en forma experimental a un pequeño grupo de personas. Tendrá validez si en verdad se recogen los datos esperados. Si, independientemente

de quien lo aplique, produce el mismo resultado, es confiable. Será operativo cuando los términos empleados generen la misma interpretación.

### Metodología de la encuesta

La encuesta se basó en un muestreo probabilístico aleatorio, la cual fue calculada con el mayor punto de incertidumbre (50%), con un margen de error de  $\pm 5\%$  y un nivel de confianza del 95%. La distribución de los sujetos se hizo con base al tamaño de la muestra obtenida de la formula:

$$N = \frac{nPQ}{\left(\frac{ME^2}{NC^2}(n-1)\right) + PQ}$$

SIMBOLOGIA <sup>61</sup>	
VARIABLE	DESCRIPCION
<b>N</b>	Tamaño de la muestra
<b>n</b>	Tamaño del universo
<b>P</b>	Probabilidad de ocurrencia (homogeneidad del fenómeno)
<b>Q</b>	Probabilidad de no ocurrencia (1-P)
<b>ME</b>	Margen de error o precisión. Expresado como probabilidad
<b>NC</b>	Nivel de confianza o exactitud. Expresado como valor z que determina el área de probabilidad buscada

<sup>61</sup> Instructivo para el levantamiento de encuesta escolar con alumnos, centro de investigaciones y servicios educativos, Universidad Autónoma de Sinaloa, elaborado por Dr. Martín Pastor Angulo, Culiacán, Sin., 2000.

## **PLAN DE ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

### **Métodos y modelos de análisis de los datos según el tipo de variables**

Para la aplicación de los cuestionarios, se consideró un universo de 80 alumnos inscritos de manera regular, que en el próximo semestre cursarían la especialidad de computación.

La encuesta fue de carácter inclusiva, ya que se participó en la aplicación de la misma. El criterio de selección fue aleatorio, pues se visitó a los dos grupos de 40 alumnos que cursan la especialidad de BT en Computación, seleccionando al azar a 33 de los 40 alumnos de cada grupo, aplicándose el cuestionario a 66 alumnos en total, de acuerdo al modelo seleccionado y al resto se les pidió que se retiraran. El tiempo que se les asignó para que contestaran el cuestionario fue de 20 minutos máximo, al término del cual se les agradeció su participación.

### Descripción de la sustitución de valores de la fórmula

VARIABLE	DESCRIPCION
<b>n</b>	80
<b>P</b>	Se desconoce la probabilidad de ocurrencia. Por esta razón asumimos el mayor punto de incertidumbre, que es de 50%. Esta debe ser expresada como probabilidad (0.5)
<b>Q</b>	1-.5=0.5
<b>ME</b>	+/- 5 por ciento de margen de error. Expresado como probabilidad (.05)
<b>NC</b>	95% de nivel de confianza o exactitud expresado como valor z que determina el área de probabilidad buscada (1.96) <sup>1</sup>

(1) El valor z se busca en las tablas de distribución de la curva normal. La mayoría de los textos de probabilidad y estadística contienen esta tabla.

$$N = \frac{80 (0.5)(0.5)}{\left( \frac{(0.05)^2}{(1.96)^2} (80-1) \right) + (0.5)(0.5)} = 66$$

Las preguntas de la matriz de evaluación, básicamente consideraban aspectos de la interface de comunicación y de los contenidos desarrollados, debiendo ser valoradas con una escala de calificaciones entre 1 y 5 (siendo 5: excelente 4: muy bueno 3: bueno 2: regular 1: malo o 5: muy adecuado 4: bastante 3: poco 2: muy poco 1: nada, de acuerdo al tipo de pregunta), pudiéndose obtener un valor promedio de la calificaciones para cada ítem.

Este valor permite obtener una puntuación de los aspectos tenidos en cuenta, para poder reformular o modificar aquellos que hayan tenido una puntuación menor que 2.5.

En todos los casos de evaluación se dispuso de un espacio abierto para las sugerencias al cambio o reflexión acerca del programa o de la situación de interacción.

Se evaluó el prototipo y la versión final del software, siendo esta última evaluada también en forma interna, externa y contextualizada.

Los resultados pueden consultarse en el Anexo 5.

## Evaluación del Prototipo I

Para la evaluación del mismo, se tomaron los mismos grupos de alumnos que se eligieron como muestra, recogándose los resultados cuantitativos en la tabla que se observa en el Anexo 2.

Para el primer prototipo, se consideró pertinente presentar un prediseño de las pantallas, el menú desplegable y el árbol de contenidos. Las imágenes y los vídeos y el sonido no estaban cargados aún. Se pensó en un diseño de interfase del tipo Windows estándar, pero el programa en sí mismo mostraba muy poco. Las preguntas realizadas se pueden ver en la siguiente tabla:

<b>ESQUEMA PARA LA EVALUACIÓN DEL PRIMER PROTOTIPO</b>	
1	¿Considera adecuado el diseño general de la pantalla?
2	¿Considera adecuado el uso de las Ventanas, Botones, Colores, tipos de letras?
3	¿Considera que el programa es interactivo?
4	¿Considera la interface como amigable?
5	¿Le da buena información acerca del recorrido?
6	¿Considera adecuada la secuenciación de las pantallas?
7	¿Es de fácil manejo?
8	¿Considera que el uso de los íconos es correcto?
9	¿Le resulta útil el uso de teclas rápidas?
10	¿Ha despertado interés en usted?
11	Sugerencias de cambio Si- No

Los resultados obtenidos, se pueden resumir cualitativamente ya que se puede decir que el diseño de la pantalla pareció adecuado, como las ventanas y los botones, pero no así con los colores utilizados y los tipos de letras. La interfase pareció fácil de navegar y la secuenciación de las pantallas en general fue considerada como muy buena y de fácil manejo.

No hubo problemas en cuanto a la interactividad y despertó el interés y curiosidad en saber como sería el segundo prototipo del programa, ya con más funcionalidades incorporadas. Otra cuestión a señalar, fue que muchos desconocían la existencia de las teclas rápidas, lo que realmente no les interesaba.

Hubo una pregunta no ponderada y abierta, donde los alumnos que lo creían conveniente debían realizar sugerencias de cambio antes de pasar a una etapa posterior del desarrollo. Las sugerencias se centraron básicamente en los siguientes puntos:

- Usar un tamaño de letra más grande de modo que fuera bien legible en una notebook.
- Cambiar los colores para que hubiera más contraste.
- Cambiar el puntero del mouse cuando se activaba un objeto de la pantalla.

Los resultados pueden observarse en la matriz del Anexo 2.

## Evaluación del Prototipo II

De acuerdo a las preguntas ponderadas y las sugerencias realizadas incorporadas las mejoras pertinentes, se pasó al siguiente prototipo incrementando las funcionalidades. Se cargó el glosario con la terminología usada, las imágenes, algunos vídeos y la información acerca de cada una de las partes de la computadora, pudiéndose tener ahora una idea mucho más cercana a lo que sería el programa finalizado. Para la nueva evaluación, las preguntas acerca de la interface comunicación fueron pocas y se precisaban los aspectos relacionados a los contenidos y su pertinencia, se hizo mucho hincapié en la presentación de los mismos, la estructuración y la adecuación a las necesidades del grupo.

<b>ESQUEMA PARA LA EVALUACIÓN DEL SEGUNDO PROTOTIPO</b>	
1.	¿Considera adecuada la selección de los contenidos?
2.	¿Consideraría adecuado el uso del programa terminado en otros niveles?
3.	¿Los cambios realizados fueron pertinentes?
4.	¿Quisiera que el programa fuera un tutorial?
5.	¿Le facilita la comprensión acerca del tema?
6.	¿Quisiera sonido en los vídeos? Sugerencias de cambio Si- No

En la tabla anterior se pueden observar el esquema de las preguntas efectuadas. En el Anexo 3, se adjuntan los resultados obtenidos con las ponderaciones y las sugerencias de los alumnos. Cabe destacar que a la mayor parte de los alumnos no les interesó en demasía considerar la realización de un programa del tipo tutorial, por lo que se aprecia que no le interesaba al grupo reemplazar totalmente al docente en

sus explicaciones, sino usar el software como material de apoyo al docente y orientado a la ejercitación.

Respecto a las sugerencias de cambio, quizás la idea más relevante que expresaron fue que el programa finalizado les permitirá “ver cosas que no hubieran imaginado”.

### **Evaluación de la versión final**

En este caso se confeccionó una planilla con preguntas pertinentes a diferentes criterios, tomando como base la utilidad, los aspectos pedagógicos y didácticos y aspectos técnicos. Las preguntas efectuadas observan en la siguiente tabla, y se las debe ponderar como en los casos anteriores.

<b>ESQUEMA PARA LA EVALUACIÓN DEL PRODUCTO FINAL</b>	
<b>UTILIDAD</b>	Facilidad de uso Grado de adaptación para otros niveles de usuarios.
<b>PEDAGOGICOS Y DIDACTICOS</b>	Nivel de actualización Claridad de los contenidos Interface de navegación Nivel de motivación Adecuación para interpretar el tema Adecuación para aprender el tema
<b>TECNICOS</b>	Nivel de documentación y ayuda Adecuación de los recursos que se necesitan

Por último, se solicitaron algunas sugerencias a los usuarios, mediante un ítem abierto, ya sean para el uso del programa o para realizar algún cambio que se considere pertinente.

A partir de los resultados obtenidos, que se detallan en el Anexo 4, se puede observar que hubo aceptación y acuerdo respecto de los cambios producidos en las etapas anteriores.

### **La evaluación interna**

El grupo que trabajó en el desarrollo del programa, estuvo de acuerdo con los cambios propuestos por los alumnos. Además consideró la pertinencia de las sugerencias.

Es importante destacar que un programa de esta naturaleza debe ser actualizado permanentemente, lo que implica un tiempo en actualizar los contenidos.

Además se consideró la propuesta de los alumnos, de usarlo paralelamente a las explicaciones del docente o de usarlo como apoyo a las clases de práctica y entrenamiento.

## La evaluación externa

En este caso se presentó el programa a docentes de una carrera de Ciencias no Informáticas, quienes lo consideraron como una herramienta interesante a la hora de tener que profundizar los conocimientos acerca del tema. Se les proporcionó una planilla similar a las anteriores, con preguntas cerradas y abiertas y se los proveyó del producto terminado.

Los resultados cuantitativos, se pueden ver en el Anexo 5. Cualitativamente consideraron la propuesta interesante y remarcaron que a veces el grado de dificultad que tienen los usuarios no informáticos para entender cómo funciona la máquina, es muy grande y que el programa le facilitaría la comprensión.

### **Programas a utilizar para análisis de datos.**

Para la organización de los datos y su correspondiente análisis, fue necesario el empleo de software de computadora a fin de facilitar el procesamiento de los datos, su representación grafica y su presentación:

- **Microsoft Excel 2003:** Microsoft Excel es una aplicación desarrollada por Microsoft y distribuido en el paquete Microsoft Office para la creación de hojas de cálculo. El programa posee una interface intuitiva, con funciones de cálculo matemático y estadístico, creación de gráficos, etc. Es uno de los programas más populares para realizar hojas de cálculos.
- **Microsoft Project 2003:** Es un programa de la suite Microsoft Office usado para la gestión de proyectos. Microsoft Project (o MSP) es un software de administración de proyectos diseñado, desarrollado y comercializado por Microsoft para asistir a administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo. El software Microsoft Office Project en todas sus versiones es útil para la gestión de proyectos, aplicando procedimientos descritos en el PMBOK (Management Body of Knowledge) del PMI (Project Management Institute).
- **Microsoft Word 2003:** Microsoft Word, es un programa editor de texto muy popular, que permite crear documentos sencillos o profesionales. Microsoft Word es incluido en el paquete de Microsoft Office de Microsoft. Microsoft

Word posee herramientas de ortografía, sinónimos, gráficos, modelado de texto, etc. Además tiene una muy buena integración con el resto de las aplicaciones del paquete Microsoft Office.

## Algoritmo

La secuencia de los procesos, así como el de las acciones implementadas por los diferentes actores en el desarrollo del proyecto se enumeran en la siguiente tabla.

Procesos	Acciones	Responsable
1. Proceso de identificación de la necesidad educativa	1.1 Definición del marco educativo y comunicacional.	Docentes y Equipo de Ingeniería de Software <sup>62</sup>
2. Proceso de selección del modelo de ciclo de vida	2.1 Aplicación del Ciclo de vida adoptado	Equipo de Ingeniería de Software
3. Proceso de iniciación, planificación y estimación del proyecto	3.1 Elaboración del Plan de gestión del proyecto	Equipo de Ingeniería de Software
4. Proceso de seguimiento y control del proyecto de programa	4.1 Realización del Análisis de riesgos y plan de contingencias. 4.2 Registro histórico del proyecto	Equipo de Ingeniería de Software
5. Proceso de gestión de calidad del software	5.1 Plan de garantía de calidad. 5.2 Recomendaciones de mejora de calidad.	Docentes y Equipo de Ingeniería de Software
6. Proceso de exploración de conceptos	6.1 Informe de necesidades. 6.2 Posibles soluciones factibles	Docentes y Equipo de Ingeniería de Software
7. Proceso de asignación del programa (sistema).	7.1 Especificación de requisitos funcionales de hardware y software. 7.2 Especificación de interfaces del sistema o programa. 7.3 Descripción funcional. Arquitectura.	Docentes y Equipo de Ingeniería de Software

<sup>62</sup> Los docentes que participaron en el proyecto pertenecen a la Academia de Tronco Común del CETis No. 49 (tres en total), el equipo de Ingeniería de Software lo conformaron los autores Edgar Paredes Basilio, Adrián Paredes Basilio y Marcos Espinosa Valadez.

8. Proceso de análisis de requisitos educativos	8.1 Especificación de los objetivos y estructuración de conceptos. 8.2 Selección de contenidos y pertinencia.	Docentes y Equipo de Ingeniería de Software
9. Proceso de análisis de requisitos del software	9.1 Especificación de requisitos del software, de interfaces de usuario y otro software. 9.2 Interface de hardware y con el sistema físico.	Docentes y Equipo de Ingeniería de Software
10. Proceso de diseño de los contenidos del software	10.1 Identificación de los procesos mentales a estimular. 10.2 Definición de las actividades a realizar por los alumnos. 10.3 Jerarquización de los conceptos. 10.4 Descripción del diseño del software y de la arquitectura. 10.5 Descripción del flujo de información, bases, interfaces y algoritmos.	Docentes y Equipo de Ingeniería de Software
11. Proceso de implementación e integración de módulos	11.1 Datos para las pruebas 11.2 Documentación del sistema o programa y del usuario 11.3 Plan de integración	Equipo de Ingeniería de Software
12. Proceso de instalación	12.1 Plan de instalación 12.2 Informe de instalación	Equipo de Ingeniería de Software
13. Proceso de operación y soporte	13.1 Histórico de pedidos de soporte	Equipo de Ingeniería de Software
14. Proceso de mantenimiento	14.1 Recomendaciones de mantenimiento	Docentes
15. Proceso de retiro	15.1 Plan de retiro	Equipo de Ingeniería de Software
16. Proceso de verificación y validación	16.1 Plan de verificación y validación 16.2 Plan de pruebas 16.3 Especificación y resumen de la prueba 16.4 Software aprobado	Docentes y Equipo de Ingeniería de Software
17. Proceso de evaluación de los prototipos del software	17.1 Diseño del instrumento de evaluación 17.2 Resumen de la prueba 17.3 Selección de la muestra	Equipo de Ingeniería de Software

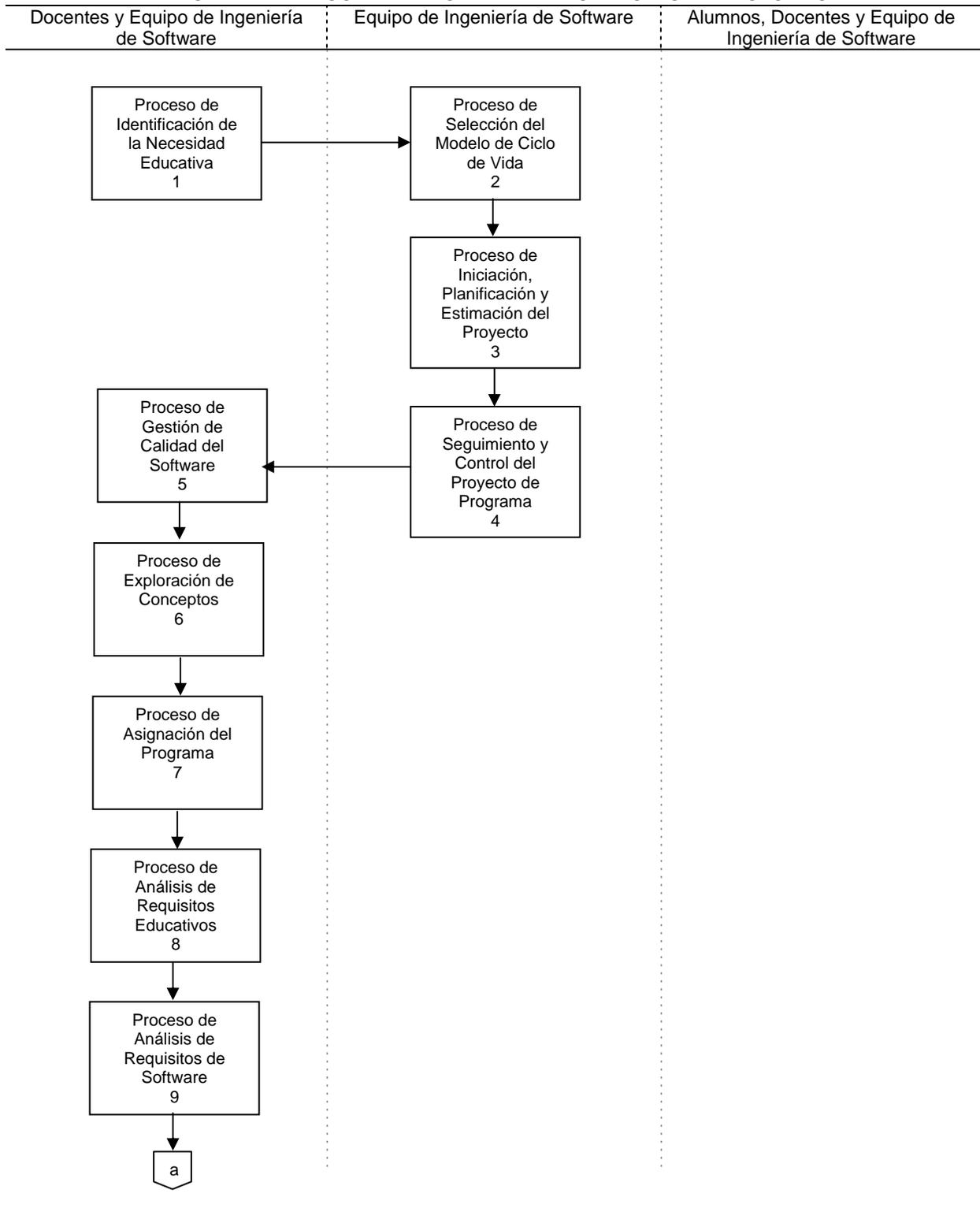
18. Proceso de evaluación interna y externa del software	18.1 Diseño del instrumento de evaluación 18.2 Resumen de la prueba 18.3 Selección de la muestra	Alumnos <sup>63</sup> , Docentes y Equipo de Ingeniería de Software
19. Proceso de evaluación contextualizada	19.1 Diseño de la experiencia 19.2 Definición de los grupos de control y experimental	Alumnos, Docentes y Equipo de Ingeniería de Software
20. Proceso de configuración	20.1 Plan de gestión de la configuración	Docentes y Equipo de Ingeniería de Software
21. Proceso de documentación técnica	21.1 Plan de documentación técnica	
22. Proceso de documentación didáctica	22.1 Plan de confección de la documentación didáctica	
23. Proceso de formación y capacitación de personal	23.1 Plan de formación y capacitación	

---

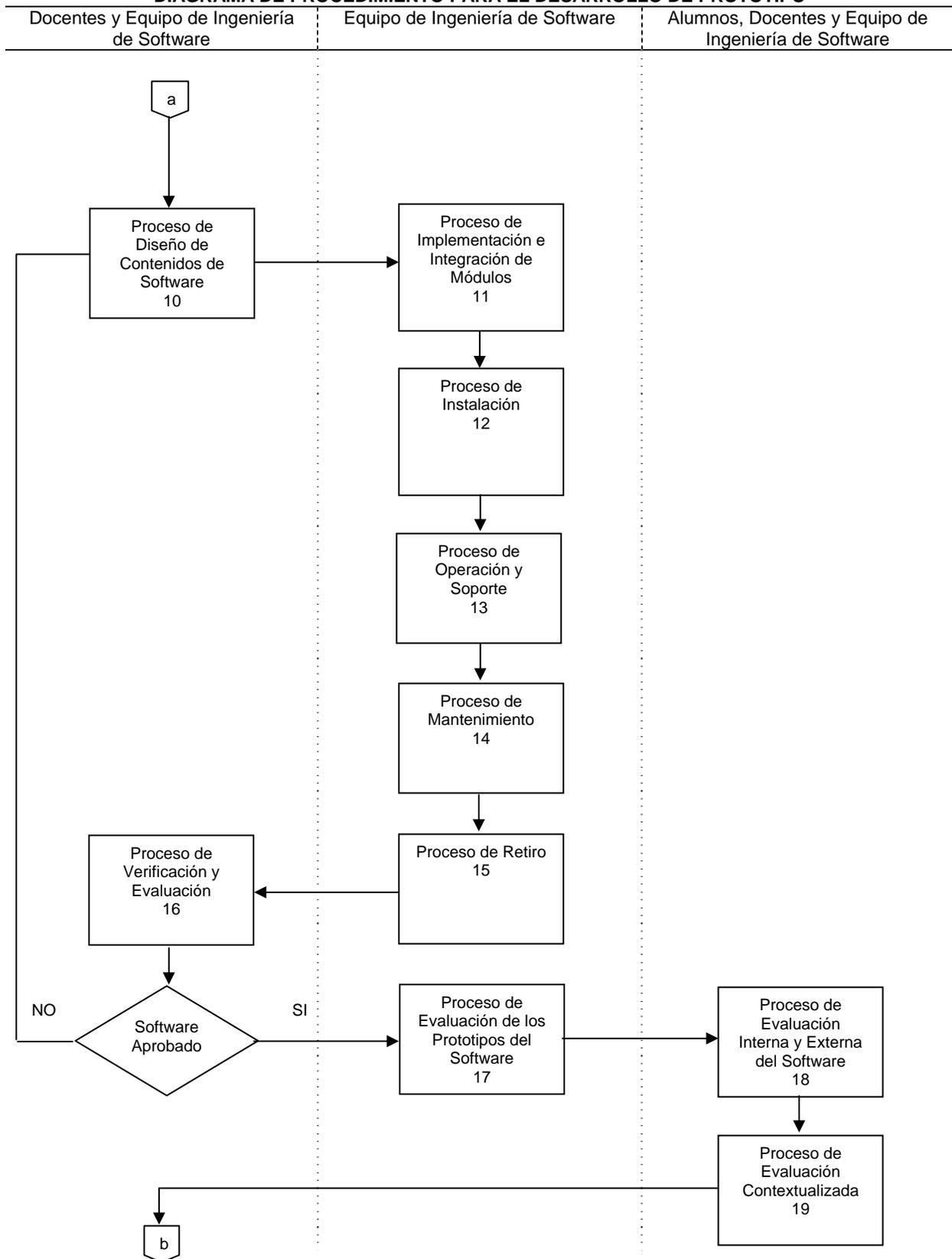
<sup>63</sup> Los alumnos que participaron en estos procesos son los mismos que se eligieron a partir del muestreo y con las características anteriormente descritas en este documento.

## Diagramas de Flujo

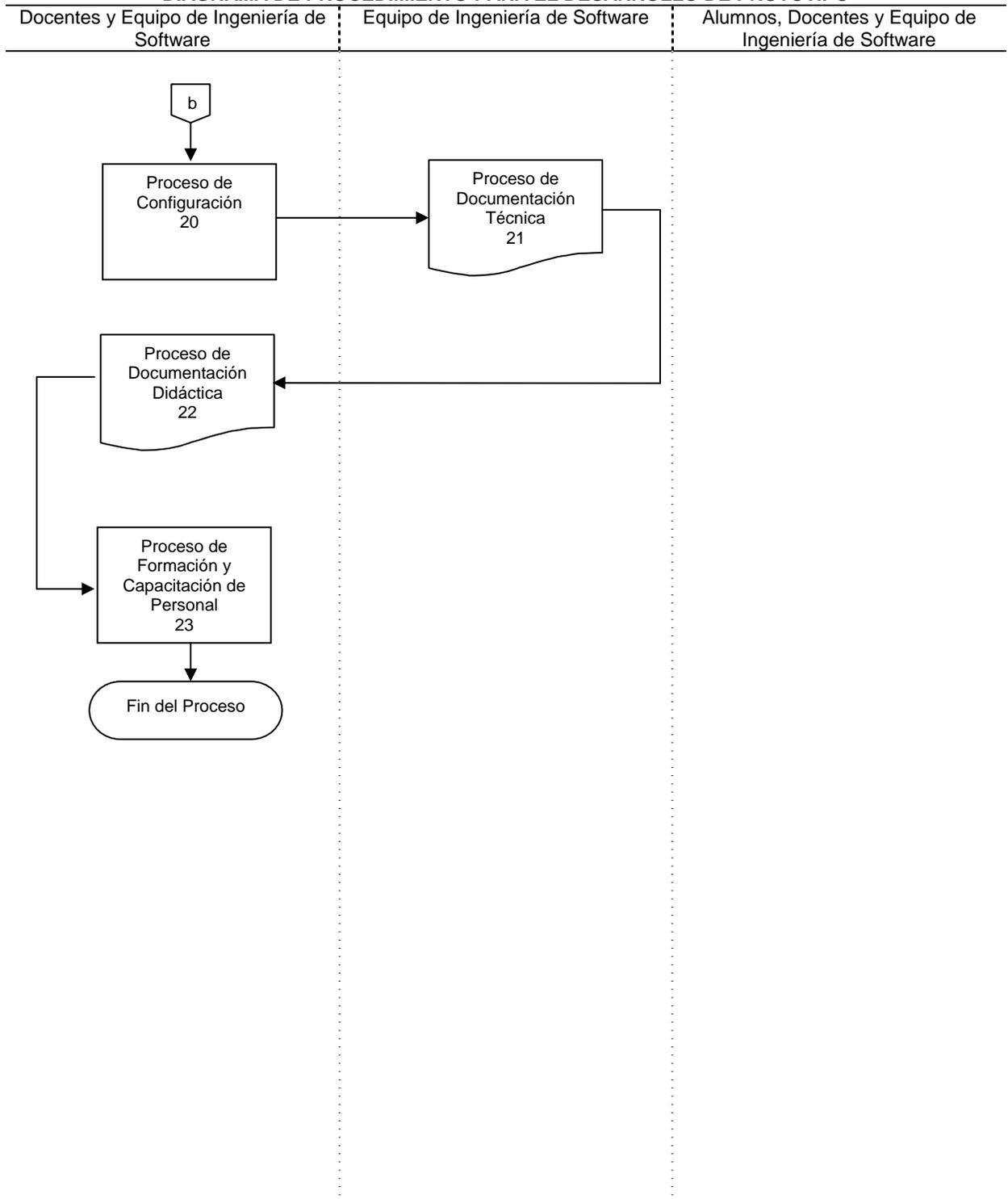
**DIAGRAMA DE PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DE PROTOTIPO**



**DIAGRAMA DE PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DE PROTOTIPO**



**DIAGRAMA DE PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DE PROTOTIPO**



## Desarrollo y Aplicación

Partiendo de las actividades consideradas en la planeación se detalla el procedimiento para la puesta en marcha del prototipo de software, así como el desarrollo en el nivel de aplicación del modelo y su alternativa de aplicación.

### Cronograma para el desarrollo del Prototipo

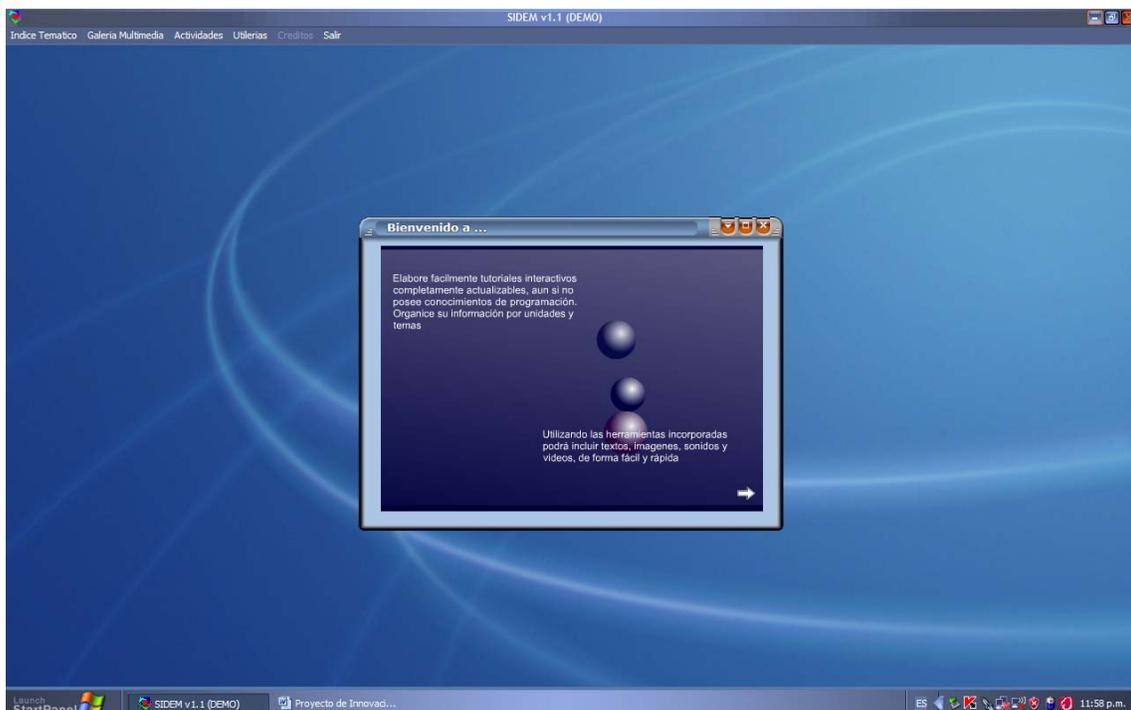
CRONOGRAMA PARA EL DESARROLLO DEL PROTOTIPO			
ACTIVIDAD	DURACION	INICIO	TERMINO
<b>Planeación</b>	<b>18</b>	<b>05/09/06</b>	<b>28/09/06</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de identificación de la necesidad educativa</li> </ul>	3	05/09/06	07/09/06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de selección del modelo de ciclo de vida</li> </ul>	1	05/09/06	05/09/06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de iniciación, planificación y estimación del proyecto</li> </ul>	2	08/09/06	11/09/06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de seguimiento y control del proyecto de programa</li> </ul>	3	12/09/06	14/09/06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de gestión de calidad del software</li> </ul>	3	12/09/06	14/09/06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de exploración de conceptos</li> </ul>	5	15/09/06	21/09/06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de asignación del programa (sistema).</li> </ul>	5	22/09/06	28/09/06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis</li> </ul>	5	29/09/06	05/10/06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de análisis de requisitos educativos</li> </ul>	5	29/09/06	05/10/06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de análisis de requisitos del software</li> </ul>	5	29/09/06	05/10/06

<b>Diseño</b>	<b>10</b>	<b>29/09/06</b>	<b>12/10/06</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de diseño de los contenidos del software</li> </ul>	10	29/09/06	12/10/06
<b>Implementación</b>	<b>33</b>	<b>13/10/06</b>	<b>28/11/06</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de implementación e integración de módulos</li> </ul>	20	13/10/06	09/11/06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de instalación</li> </ul>	5	10/11/06	16/11/06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de operación y soporte</li> </ul>	3	17/11/06	21/11/06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de mantenimiento</li> </ul>	5	22/11/06	28/11/06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de retiro</li> </ul>	1	22/11/06	22/11/06
<b>Pruebas y Validación</b>	<b>23</b>	<b>29/11/06</b>	<b>29/12/06</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de verificación y validación</li> </ul>	5	29/11/06	05/12/06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de evaluación de los prototipos del software</li> </ul>	5	06/12/06	12/12/06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de evaluación interna y externa del software</li> </ul>	5	13/12/06	19/12/06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de evaluación contextualizada</li> </ul>	5	20/12/06	26/12/06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de configuración</li> </ul>	3	27/12/06	29/12/06
<b>Documentación</b>	<b>10</b>	<b>01/01/07</b>	<b>12/01/07</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de documentación técnica</li> </ul>	10	01/01/07	12/01/07
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de documentación didáctica</li> </ul>	10	01/01/07	12/01/07
<b>Implantación</b>	<b>5</b>	<b>15/01/07</b>	<b>19/01/07</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de formación y capacitación de personal</li> </ul>	5	15/01/07	19/01/07

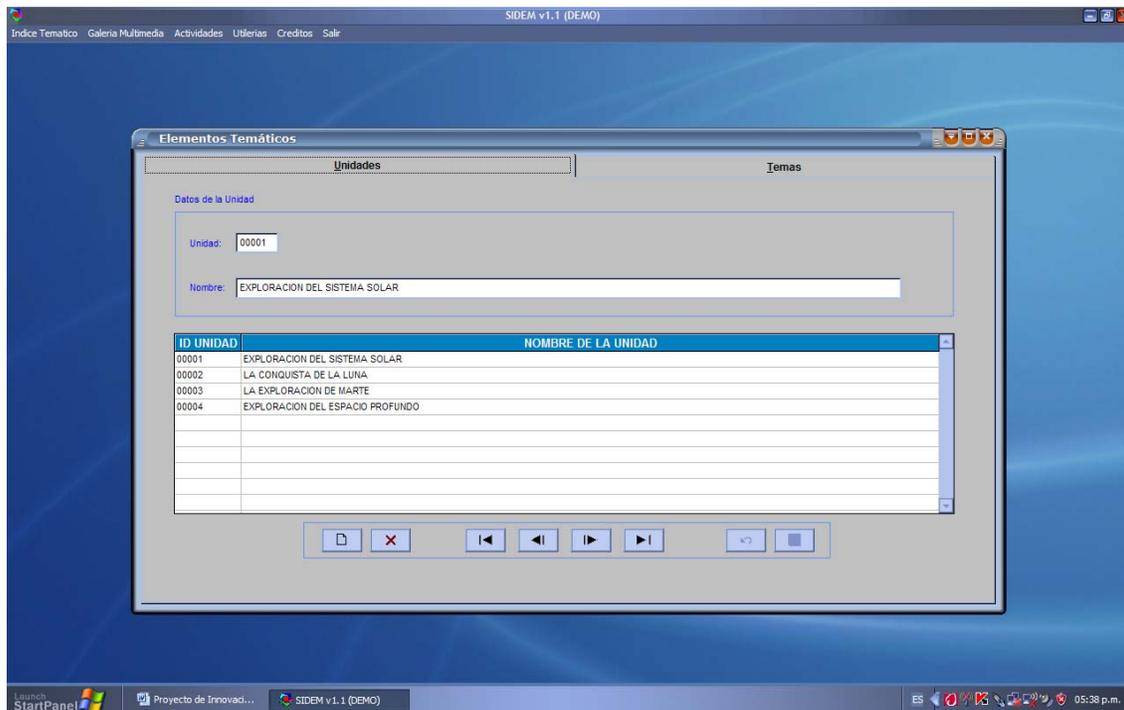
## Fotografías del Entorno de Desarrollo del SIDEM



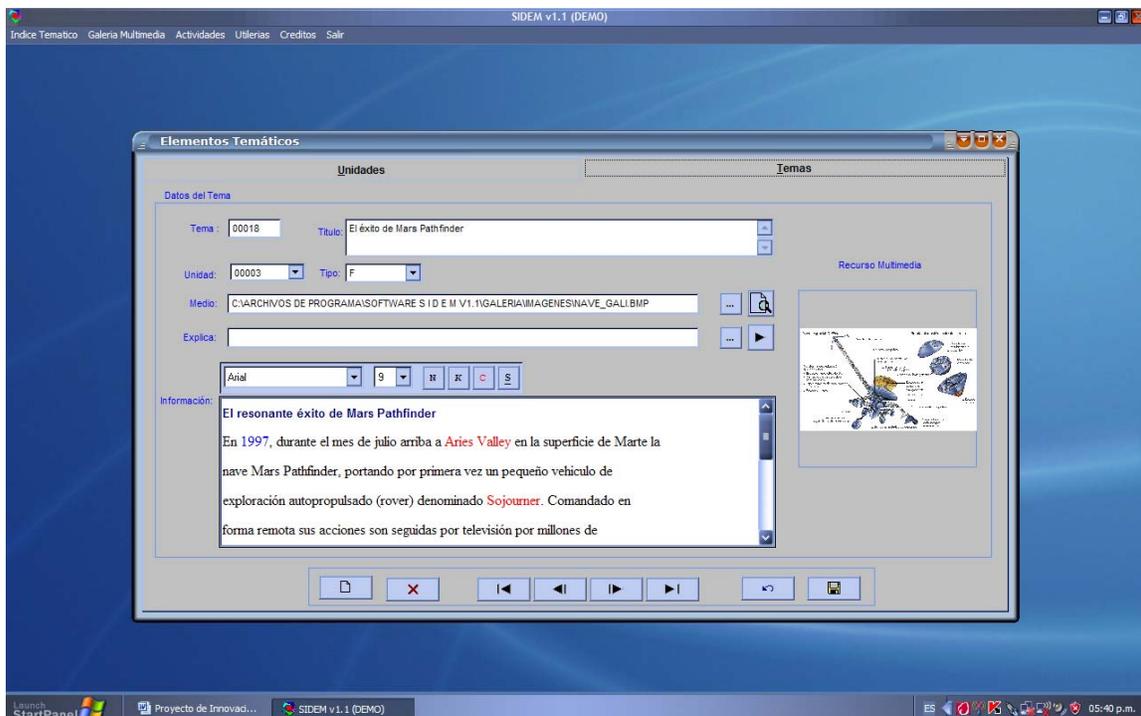
**Pantalla principal del programa SIDEM v1.1.** Esta es la pantalla de Bienvenida al SIDEM v 1.1, en ella se muestra alguna información relativa al propósito del sistema.



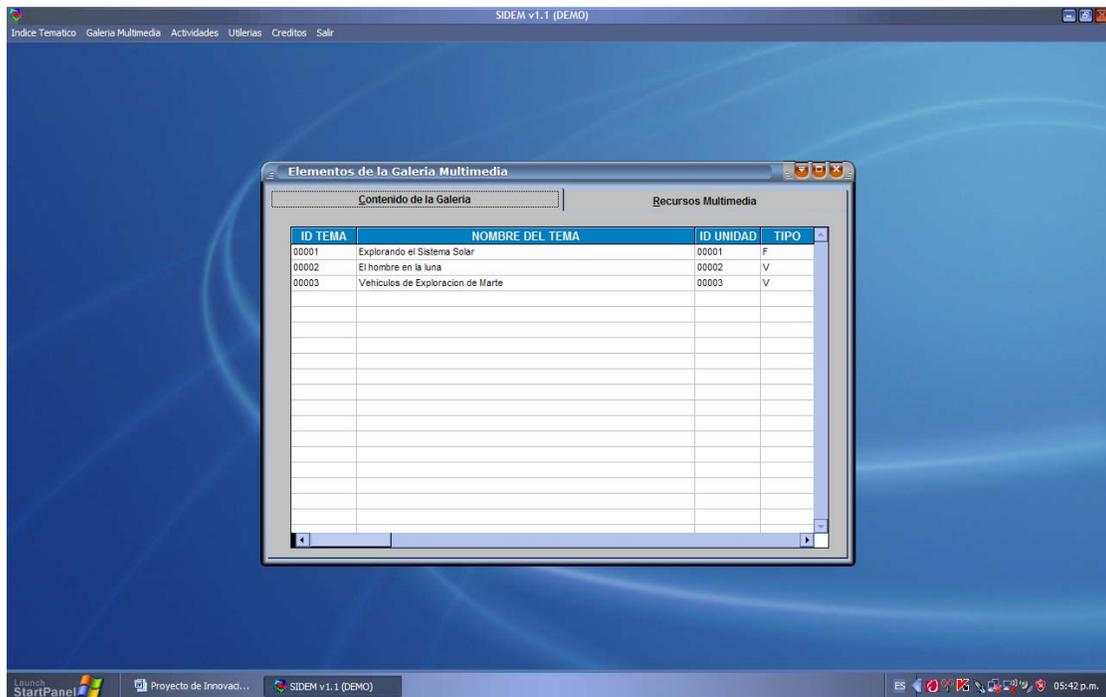
**Pantalla de Información Descriptiva del programa SIDEM v1.1.** En esta pantalla se muestra información sobre las características y capacidades del sistema.



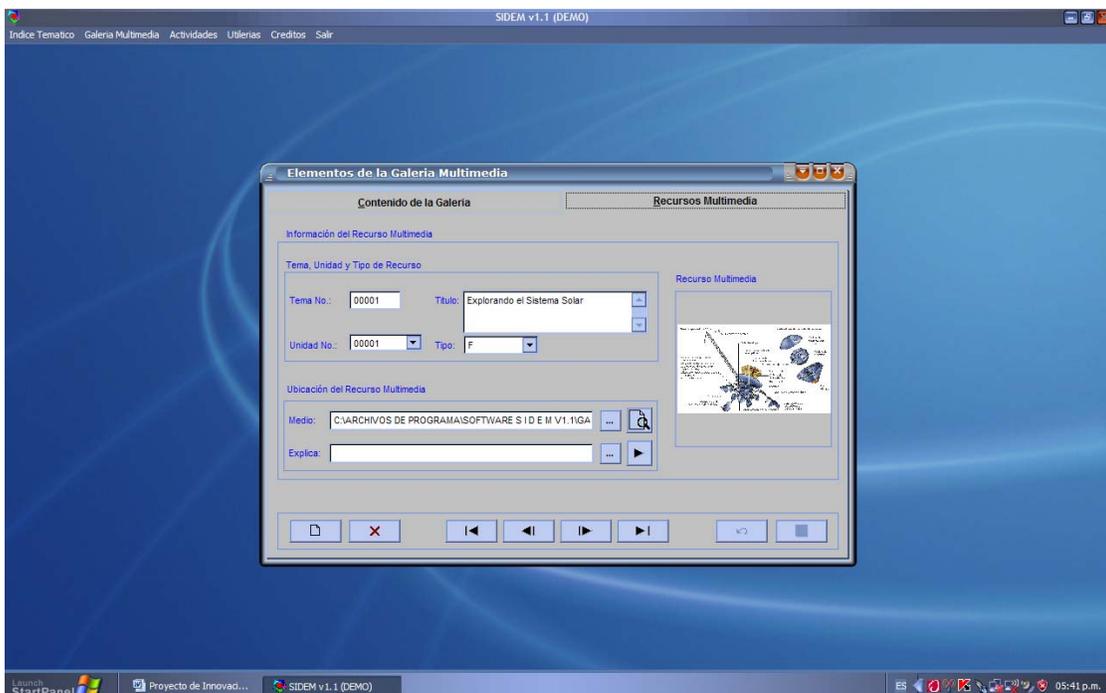
**Pantalla de Integración de Unidades Temáticas del SIDEM v1.1.** En esta pantalla se muestra como se registran los nombres de las unidades temáticas y su organización en el sistema.



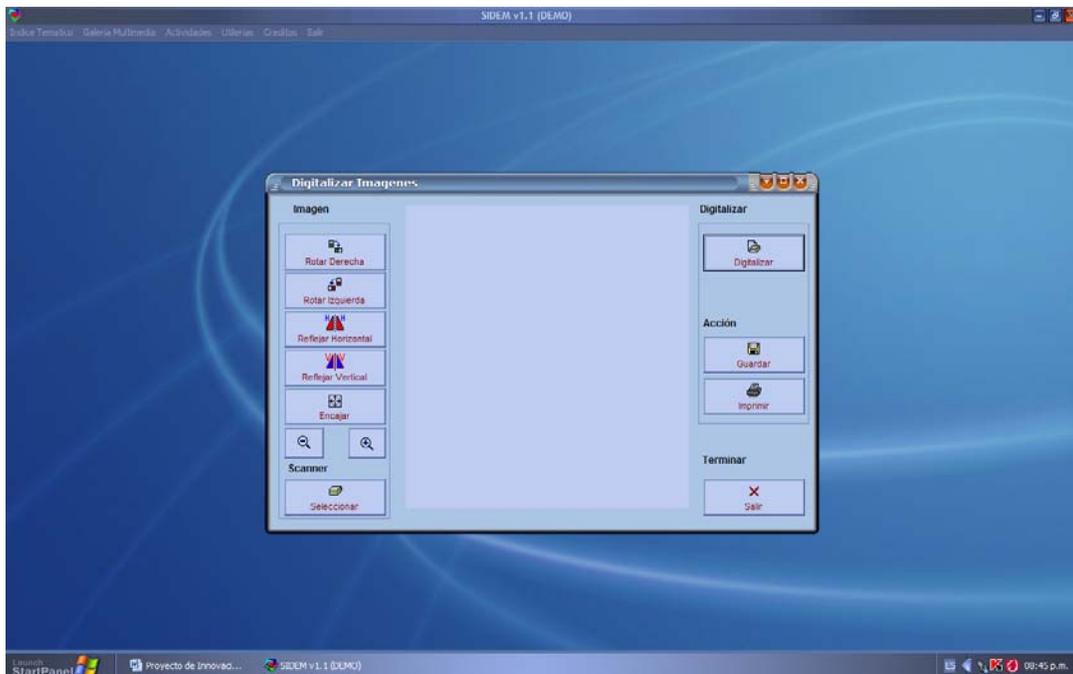
**Pantalla de Definición de Elementos Temáticos del SIDEM v1.1.** En esta pantalla se muestra como se registran los contenidos temáticos, la información y los recursos multimedia a ser incluidos en los temas.



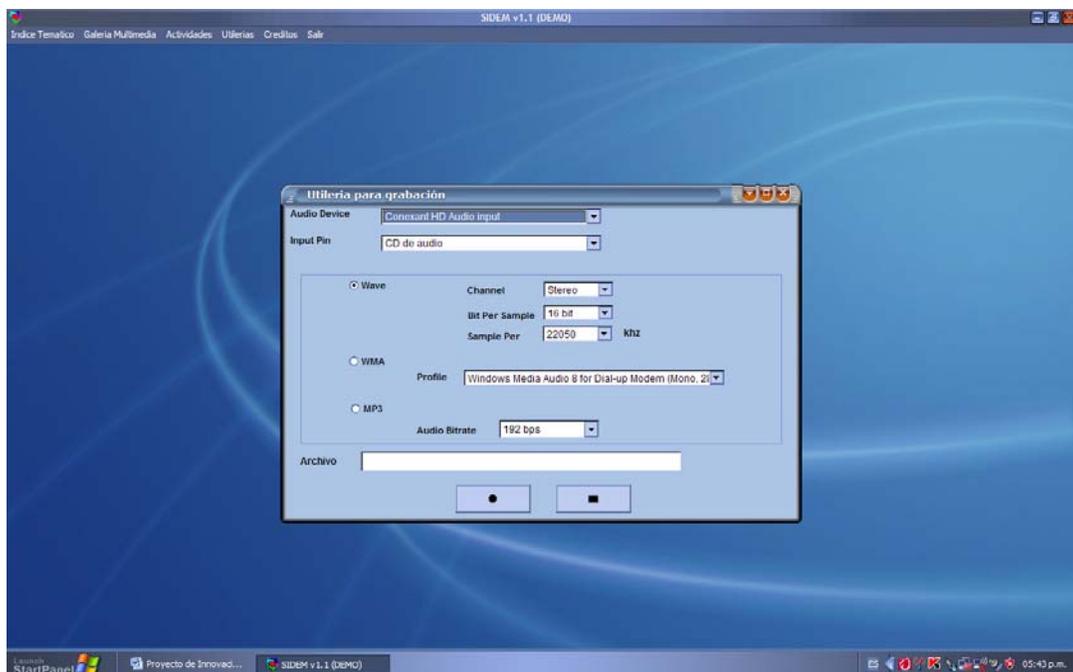
**Pantalla de Contenidos de la Galería Multimedia del SIDEM v1.1.** En esta pantalla se muestran todos los recursos multimedia que han sido incorporados en el sistema. SIDEM los organiza en la galería por tema, unidad y tipo.



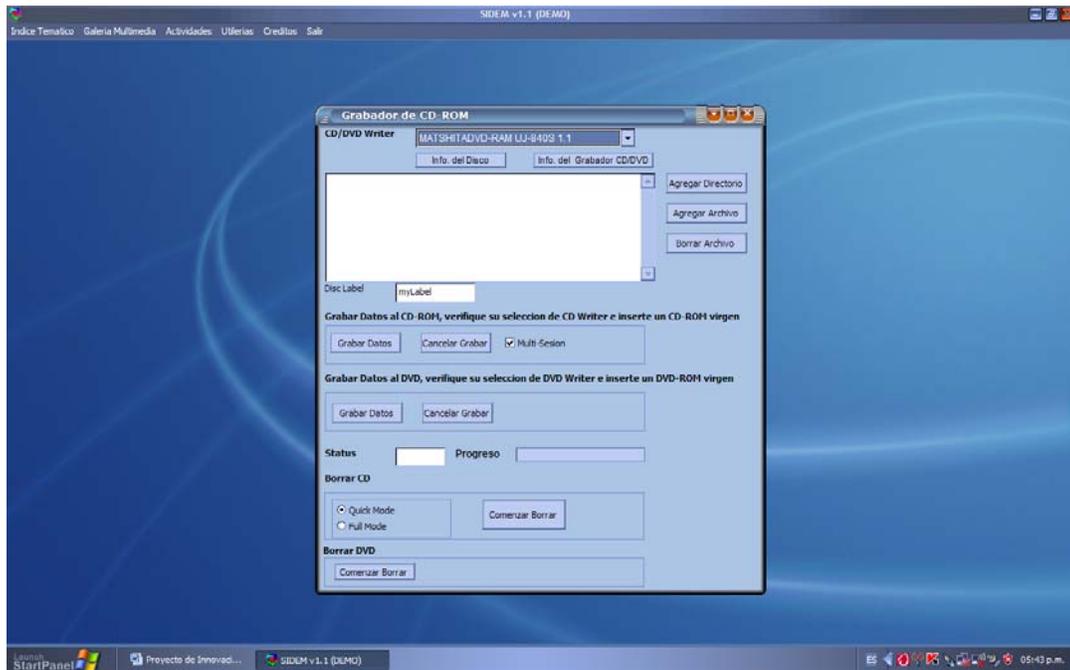
**Pantalla de Integración de Contenidos Multimedia de la Galería del SIDEM v1.1.** En esta pantalla se pueden registrar los diferentes tipos de recursos multimedia, permitiendo asociarlos a las unidades temáticas previamente registradas, así como un audio que complemente el recurso.



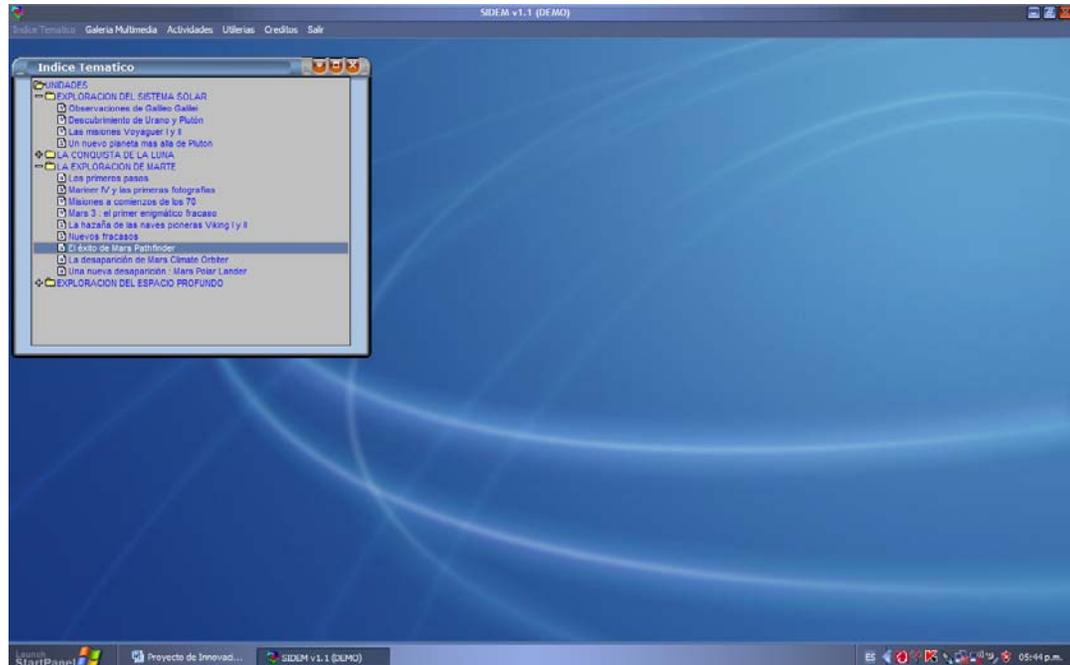
**Pantalla de Componente de Digitalización de Imágenes del SIDEM v1.1.** El sistema cuenta con una utilidad para poder digitalizar imágenes, utilizando un escáner o cámara digital, para incorporarlas en la galería de recursos.



**Pantalla de Componente de Grabación de Sonidos del SIDEM v1.1.** El sistema puede grabar voz o sonidos utilizando una herramienta incorporada que captura el sonido y lo convierte a formato MP3, que posteriormente puede ser utilizado como un recurso.

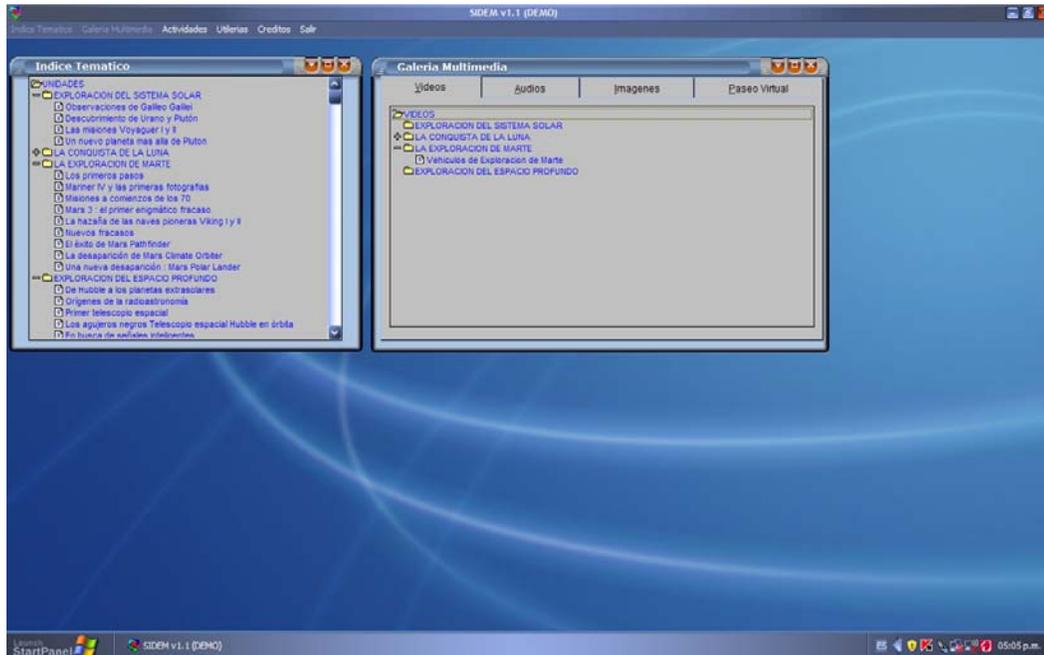


**Pantalla de Componente de Grabación de CD-ROM del SIDEM v1.1.** Esta pantalla corresponde a la utilería que permite grabar los diferentes recursos y archivos directamente a un CD-ROM.

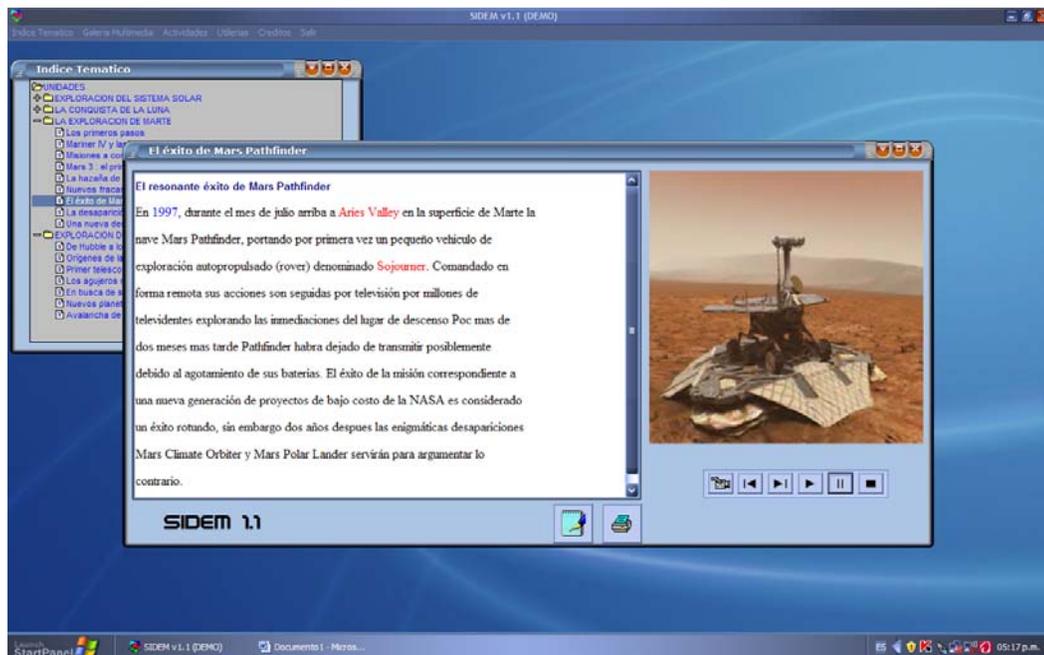


**Pantalla de Organización de Contenidos Temáticos del SIDEM v1.1.** Con forme se registran las unidades y los temas de su aplicación, SIDEM genera de manera automática, una estructura jerárquica de árbol para una fácil consulta.

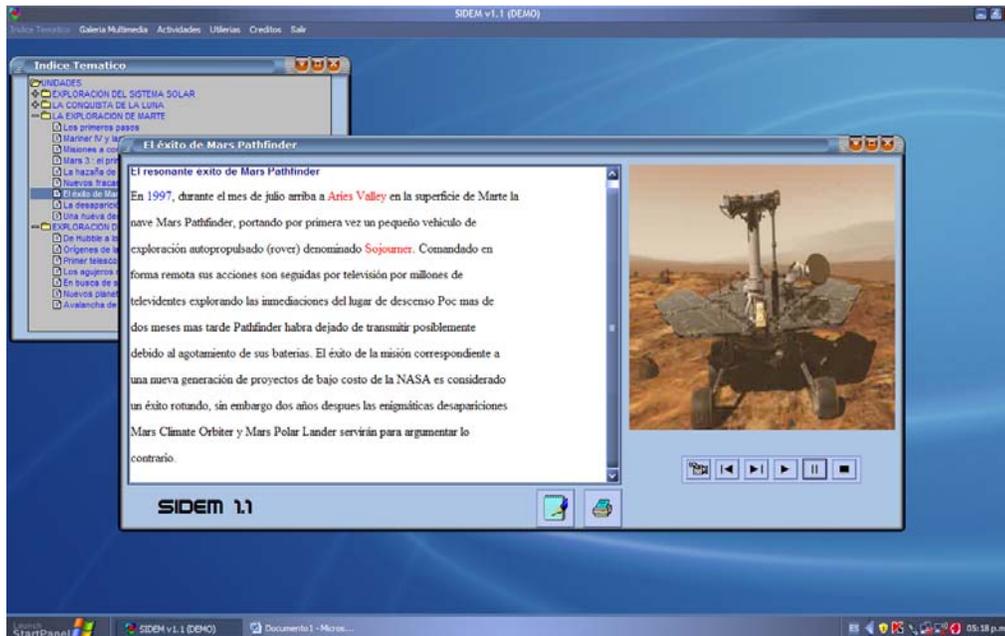
## Fotografías del Software Educativo Multimedia generado por el SIDEM



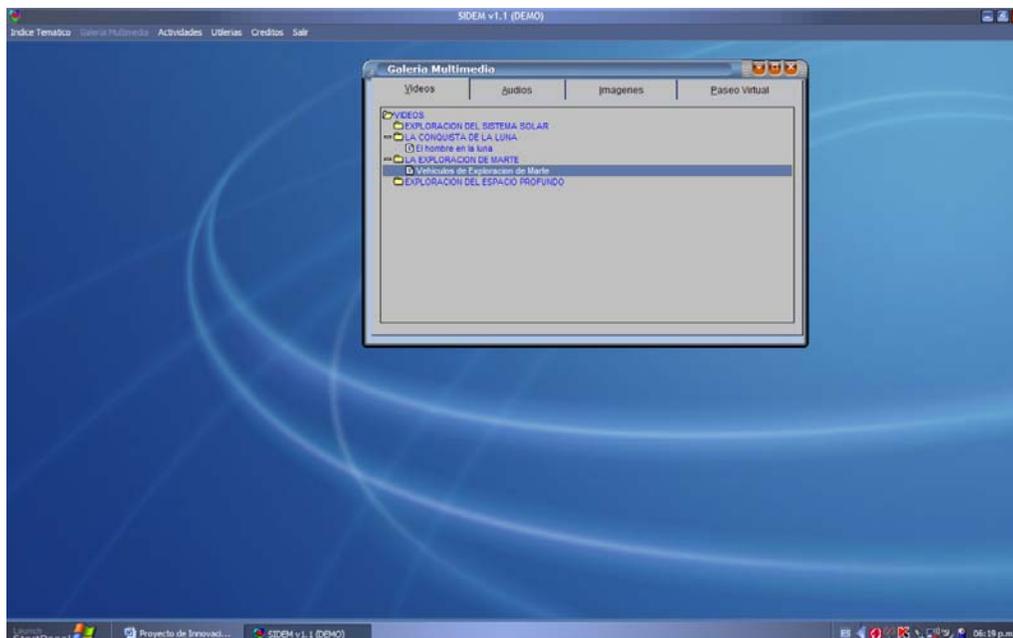
**Pantalla de Navegación de Elementos Temáticos y Galería Multimedia.** La Estructura de Árbol facilita la navegación entre los contenidos temáticos y de medios en la Galería Multimedia.



**Pantalla de Presentación de Elementos Temáticos con video.** El software identifica automáticamente el tipo de recursos multimedia utilizados por el docente y/o alumno, generando la interfase apropiada para su despliegue.



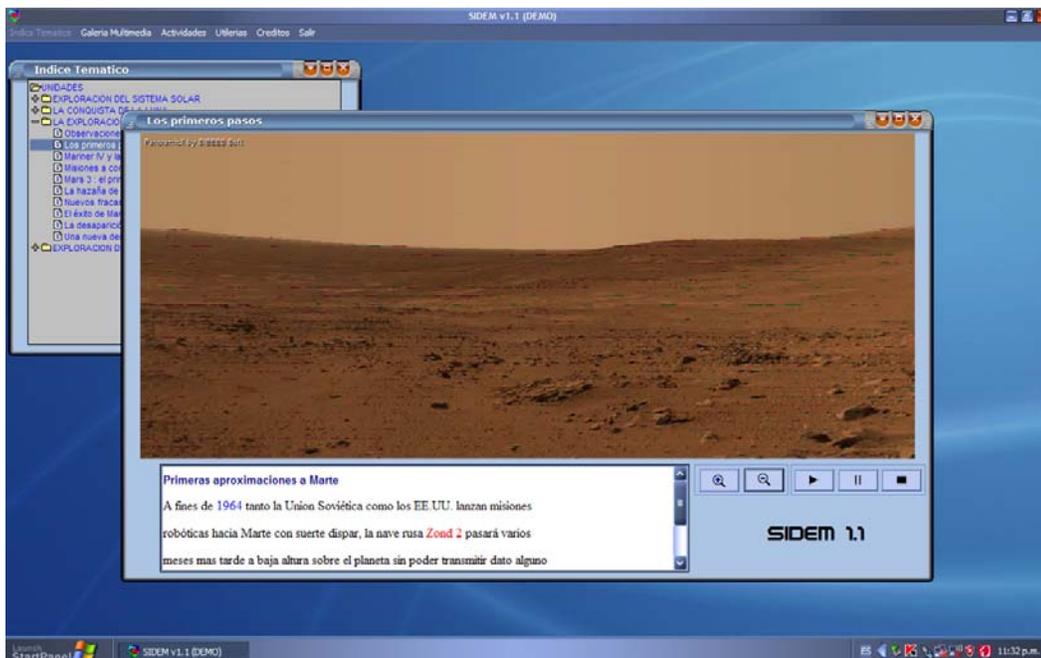
**Pantalla de Presentación de Elementos Temáticos con Imagen Fija y Sonido.** Se puede incluir audio a una imagen fija, así el docente puede explicar el propósito de una imagen o esquema, que el alumno puede escuchar.



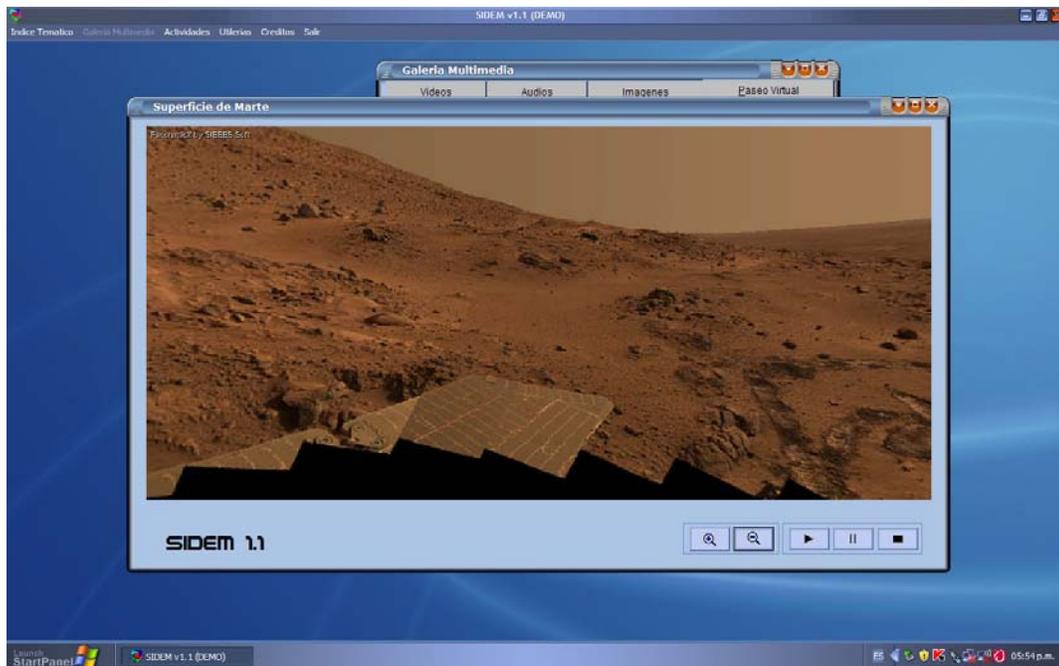
**Pantalla de Galería de Contenidos Multimedia.** Se puede organizar el material multimedia utilizado para la generación de contenidos, SIDEM v1.1, los organiza y clasifica automáticamente en la galería, para que pueda ser consultado posteriormente.



**Pantalla de Presentación de medios de la Galería de Multimedia.** Los videos son un recurso importante para facilitar el proceso enseñanza aprendizaje, la Galería Multimedia organiza automáticamente los contenidos incluidos por el docente facilitando su consulta.



**Pantalla de Presentación de Elementos Temáticos con Paseo Virtual y Sonido.** La información puede incluir un paseo virtual. Los paseos virtuales simulan colocar al observador en un lugar de manera que pueda tener una vista de 360° de un escenario.



**Pantalla de Presentación de Paseo Virtual de la Galería Multimedia.** Los paseos virtuales pueden incluir una explicación en audio del docente, reforzando la sensación de tener un guía virtual durante el recorrido.

## **Análisis de Resultados**

Para llevar a cabo el análisis de los resultados, se utilizó la hoja de cálculo de Microsoft Excel, en la que se procesaron los totales de cada una de las preguntas que se elaboraron en los cuestionarios y se obtuvieron los promedios correspondientes.

Las preguntas de la matriz de evaluación, básicamente consideraban aspectos de la interfase de comunicación y de los contenidos desarrollados, debiendo ser valoradas con una escala de calificaciones entre 1 y 5 (siendo 5: excelente 4: muy bueno 3: bueno 2: regular 1: malo o 5: muy adecuado 4: bastante 3: poco 2: muy poco 1: nada, de acuerdo al tipo de pregunta), pudiéndose obtener un valor promedio de la calificaciones para cada ítem.

Este valor permite obtener una puntuación de los aspectos tenidos en cuenta, para poder reformular o modificar aquellos que hayan tenido una puntuación menor que 2.5.

En todos los casos de evaluación se dispuso de un espacio abierto para las sugerencias al cambio o reflexión acerca del programa o de la situación de interacción.

Los resultados obtenidos, se pueden resumir cualitativamente ya que se puede decir que el diseño de la pantalla pareció adecuado, como las ventanas y los botones, pero no así con los colores utilizados y los tipos de letras. La interface pareció fácil de navegar y la secuenciación de las pantallas en general fue considerada como muy buena y de fácil manejo.

No hubo problemas en cuanto a la interactividad y despertó el interés y curiosidad en saber cómo sería el segundo prototipo del programa, ya con más funcionalidades incorporadas. Otra cuestión a señalar, fue que muchos desconocían la existencia de las teclas rápidas, lo que realmente no les interesaba.

Hubo una pregunta no ponderada y abierta, donde los alumnos que lo creían conveniente debían realizar sugerencias de cambio antes de pasar a una etapa posterior del desarrollo.

Las sugerencias se centraron básicamente en los siguientes puntos:

- Usar un tamaño de letra más grande de modo que fuera bien legible en una notebook.
- Cambiar los colores para que hubiera más contraste.
- Cambiar el puntero del mouse cuando se activaba un objeto de la pantalla.

Los resultados pueden observarse en la matriz del Anexo 2.

Para la nueva evaluación, las preguntas acerca de la interface comunicación fueron pocas y se precisaban los aspectos relacionados a los contenidos y su pertinencia, se hizo mucho hincapié en la presentación de los mismos, la estructuración y la adecuación a las necesidades del grupo.

En el Anexo 3, se adjuntan los resultados obtenidos con las ponderaciones y las sugerencias de los alumnos. Cabe destacar que a la mayor parte de los alumnos no les interesó en demasía considerar la realización de un programa del tipo tutorial, por lo que se aprecia que no le interesaba al grupo reemplazar totalmente al docente en sus explicaciones, sino usar el software como material de apoyo al docente y orientado a la ejercitación.

Respecto a las sugerencias de cambio, quizás la idea más relevante que expresaron fue que el programa finalizado les permitirá “ver cosas que no hubieran imaginado”.

Por último, se solicitaron algunas sugerencias a los usuarios, mediante un ítem abierto, ya sean para el uso del programa o para realizar algún cambio que se considere pertinente.

A partir de los resultados obtenidos, que se detallan en el Anexo 4, se puede observar que hubo aceptación y acuerdo respecto de los cambios producidos en las etapas anteriores.

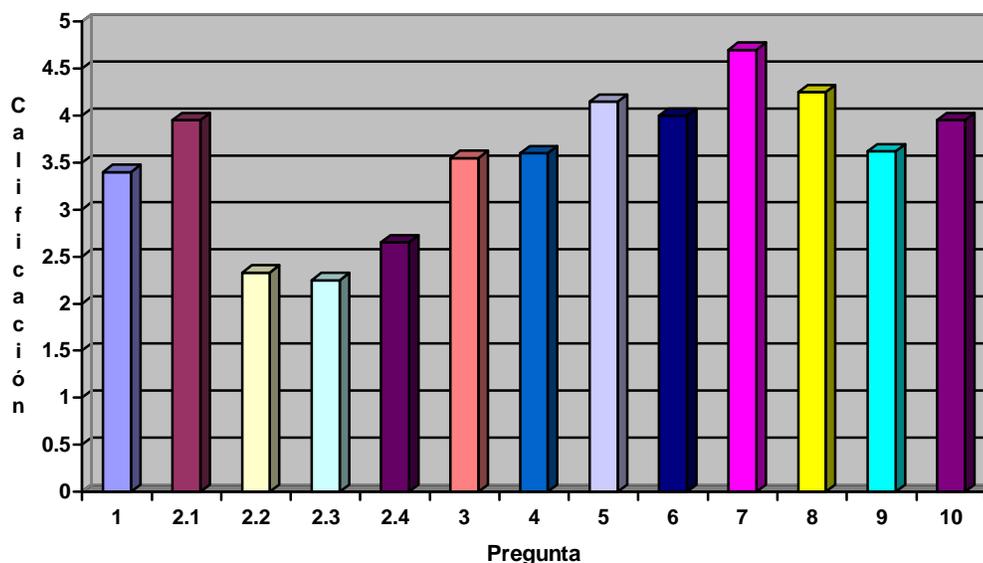
Los resultados cuantitativos, se pueden ver en el Anexo 5. Cualitativamente consideraron la propuesta interesante y remarcaron que a veces el grado de dificultad que tienen los usuarios no informáticos para entender cómo funciona la máquina, es muy grande y que el programa le facilitaría la comprensión.

### **Manejo de la Información**

Con el empleo de tablas de Microsoft Excel se tabularon y se presentaron los datos correspondientes a totales y promedios en tablas como se indica a continuación:

## Evaluación de la interface de comunicación – Prototipo I

### Resultados de la Evaluación de la interfase de comunicación – Prototipo I

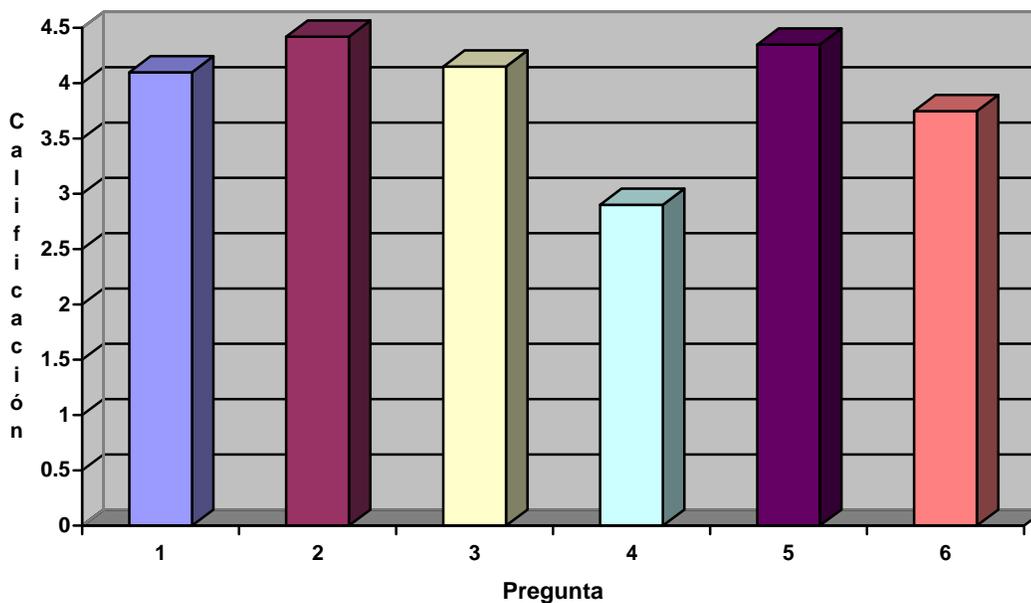


Calificación de 1 a 5 (5:Muy Adecuado, 4:Bastante, 3:Poco, 2:Muy Poco, 1:Nada)		
Pregunta		Prom.
1.	¿Considera adecuado el diseño general de pantalla?	3.4
2.	¿Considera adecuado el uso de	
	Ventanas?	3.95
	Botones?	2.33
	Colores?	2.25
	Tipo de letra?	2.65
3.	¿Considera que el programa es interactivo?	3.55
4.	¿Considera la interfase amigable?	3.60
5.	¿Le da buena información acerca del recorrido?	4.15
6.	¿Considera adecuada la secuenciación de las pantallas?	4.0
7.	¿Es de fácil manejo?	4.7
8.	¿Considera que el uso de los iconos es correcto?	4.25
9.	¿Le resulta útil el uso de las teclas rápidas?	3.62
10.	¿Ha despertado interés en usted?	3.95

Tabla de evaluación de la interface de comunicación – Prototipo I

## Evaluación de los contenidos y su pertinencia – Prototipo II

### Resultados de la Evaluación de los contenidos y su pertinencia – Prototipo II

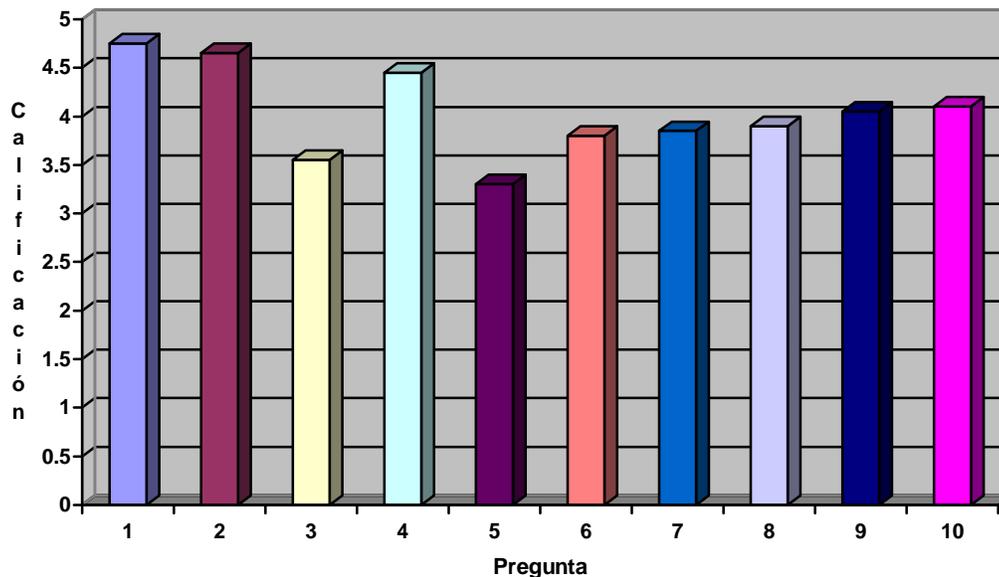


Calificación de 1 a 5 (5:Muy Adecuado, 4:Bastante, 3:Poco, 2:Muy Poco, 1:Nada)	
Pregunta	Prom
1. ¿Considera adecuada la selección de los contenidos?	4.1
2. ¿Consideraría adecuado el uso del programa terminado en otras especialidades?	4.42
3. ¿Los cambios realizados fueron pertinentes?	4.15
4. ¿Quisiera que el programa fuera un tutorial?	2.9
5. ¿El programa le facilita la comprensión acerca del tema?	4.35
6. ¿Quisiera sonido en los videos?	3.75

Tabla de Evaluación de los contenidos y su pertinencia – Prototipo II

## Evaluación Interna del producto Final

### Resultados de la Evaluación Interna del producto Final

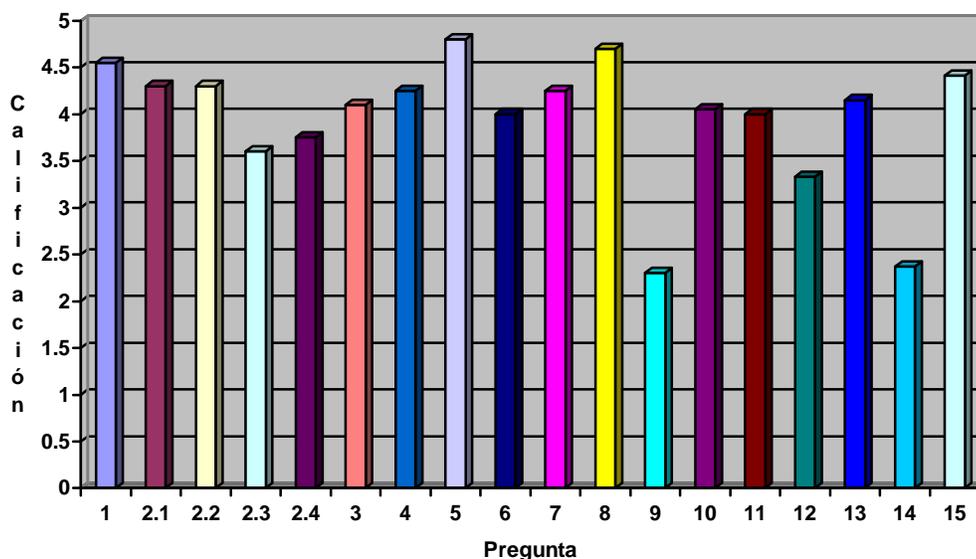


Calificación de 1 a 5 (5:Muy Adecuado, 4:Bastante, 3:Poco, 2:Muy Poco, 1:Nada)		
Aspecto	Elementos	Prom
Utilidad	1. Factibilidad de uso	4.75
	2. Grado de adaptación a otros niveles de usuario	4.65
Pedagógicos y didácticos	3. Claridad de contenidos	3.55
	4. Nivel de actualización	4.45
	5. Interface de navegación	3.3
	6. Nivel de motivación	3.8
	7. ¿Es adecuado para la comprensión del tema?	3.85
	8. ¿es adecuado para el aprendizaje del tema?	3.9
Técnicos	9. Documentación y ayudas	4.05
	10. ¿Son adecuados los recursos que necesita el software?	4.1

Tabla de Evaluación del producto Final

## Evaluación Externa del producto Final

### Resultados de la Evaluación Externa del producto Final



Calificación de 1 a 5 (5:Excelente, 4:Muy Bueno, 3:Bueno, 2:Regular, 1:Malo) (5:Muy Adecuado, 4:Bastante, 3:Poco, 2:Muy Poco, 1:Nada)		
Pregunta	Prom	
1. ¿Considera adecuado el diseño general de pantalla?	4.55	
2. ¿Considera adecuado el uso de	Ventanas?	4.3
	Botones?	4.3
	Colores?	3.6
	Tipo de letra?	3.75
3. ¿Considera que el programa es interactivo?	4.1	
4. ¿Considera la interface amigable?	4.25	
5. ¿Le da buena información acerca del recorrido?	4.8	
6. ¿Considera adecuada la secuenciación de las pantallas?	4	
7. ¿Es de fácil manejo?	4.25	
8. ¿Considera que el uso de los iconos es correcto?	4.7	
9. ¿Le resulta útil el uso de las teclas rápidas?	2.3	
10. ¿Considera adecuada la selección de los contenidos?	4.05	
11. ¿Considera adecuado el uso del programa terminado en otras especialidades?	4	
12. ¿Quisiera que el programa fuera un tutorial?	3.33	
13. ¿Le facilita la comprensión acerca del tema?	4.15	
14. ¿Quisiera sonidos en los videos?	2.37	
15. ¿Ha despertado interés en usted?	4.41	

Tabla de Evaluación externa del producto Final

## Conclusiones

El software educativo multimedia se concibe como un material de apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje, teniendo siempre en cuenta que tal proceso implica intercambios. El producto final deberá permitirlos, presentando contenidos en una forma fácilmente comprensible por el usuario.

Esto condujo a la elaboración de un software a fin de probar tanto la metodología como las evaluaciones que se describen en el desarrollo de la alternativa, observándose que tanto la herramienta, como el software educativo desarrollado con ésta, facilita la labor desarrollada por los docentes del CETis No. 49 en el ámbito educativo al permitir lo siguiente:

1. Facilitar el desarrollo de software educativo multimedia en un proceso que involucre una mínima inversión por parte de los docentes. Por ello, su concreción se justifica por los altos beneficios de tal inversión en el proceso enseñanza aprendizaje que superan significativamente los beneficios potenciales de la aplicación de herramientas educativas tradicionales, de costo inferior.
2. Facilitar la incorporación de los recursos multimedia, en un entorno integral comprensible, que permita una representación de la información más acorde a

los procesos mentales de lectura y escritura, permitiendo crear estructuras de información no lineales.

3. Poner al alcance de los docentes todo el potencial de las herramientas para el desarrollo de aplicaciones multimedia, para obtener resultados en poco tiempo, con la calidad requerida por ellos y una mínima capacitación.
4. El resultado obtenido por los docentes debe ser un software que permita al usuario construir el conocimiento, sin que el software mismo sea el límite de su aprendizaje. Un software que incentive su capacidad de aprender.
5. El software producido mediante esta herramienta deberá ser flexible, impulsando un proceso de desarrollo que permita un modelado de datos no excesivamente restrictivo, permitiendo crear y exponer al usuario los contenidos a través de una serie de medios, en un ambiente integrado, creando un entorno de aprendizaje que le permita explorar los contenidos del software según sus propias reglas y prioridades, no limitado por la estructura de navegación establecida.
6. La herramienta permite al docente, la generación de aplicaciones educativas multimedia de manera sencilla y automática, de este modo el docente no se preocupara por procedimientos complejos de programación, permitiéndole enfocarse en considerar aspectos como el rango de edad, contexto de clases

del grupo destino, el tipo y estilo de información a que están familiarizados (contenidos entregados en las aulas, medios de comunicación, otros software, etc.), mediante la interacción con elementos que el usuario ya conoce, presentando contenidos en una forma fácilmente comprensible por el usuario.

Quedaría por considerar la reacción de los alumnos que más allá del efecto novedad producido por la incorporación de esta tecnología, produce un efecto estimulante, que favorece las condiciones del aprendizaje significativo.

Se prevé explorar la ampliación de otras metodologías de Ingeniería de Software con base en otras teorías educativas y orientación a objetos a fin de comparar las distintas metodologías extendidas, y diseñar estrategias de infoalfabetización para docentes que deseen aplicar y/o diseñar software educativo utilizando estas metodologías.

Se piensa también en la creación de ambientes integrales de trabajo-estudio diferenciadores que permitan la estimulación de los diferentes sistemas simbólicos de los usuarios incorporando nuevas actividades adicionales en el ciclo de vida.

En el Anexo 6, podemos ver las características de las pantallas del software producido por el SIDEM v1.1, utilizando una plataforma PC y sistema operativo Windows XP.

## BIBLIOGRAFÍA

- **ARAÚJO, J.B., CHADWICK, C.B.** Tecnología educacional. Teorías de la Instrucción. Barcelona, Paidós. 1988.
- **AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D., HANESIAN, H.** Psicología cognitiva. Un punto de vista cognoscitivo. México, Trillas, 1989.
- **BOEHM, B.** Software Engineering Economics. Englewood Clifs, Nueva Jersey, 1981.
- **BOEHM, B.** A spiral model of software development and enhancement. Compute. IEEE, 1988.
- **BRUNER, J.** Desarrollo cognitivo y educación. Madrid, Morata, 1988.
- **BRUNER, J.** Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva. Madrid, Alianza, 1991.
- **COLOM, A., SUREDA, J., SALINAS, J.** Tecnología y medios educativos. Madrid, Cincel, 1988.
- **COLL, C.** Psicología y Currículum. Barcelona, Paidós, 1994.
- **CRUZ FELIÚ, J.** Teorías del Aprendizaje y Tecnología de la Enseñanza. México. Trillas, 1986.
- **GAGNÉ, R.M., GLASER, R.** Foundations in learning research, en Instructional technology: Foundations. GAGNÉ, R. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates Inc. Publishers, 1987.

- **GARDNER, H.** *La nueva ciencia de la mente: Historia de la psicología cognitiva.* Barcelona, Paidós, 1987.
- **GARDNER, H.** *Las Inteligencias Múltiples: La teoría en la práctica.* Barcelona, Paidós, 1993.
- **GARDNER, H.** *La mente no escolarizada.* Barcelona, Paidós, 1995.
- **JOHNSON-LAIRD, P. N.** *El ordenador y la mente: introducción a la ciencia cognitiva.* Barcelona, Paidós, 1998.
- **PASTOR, A. M.** *Instructivo para el levantamiento de encuesta escolar con alumnos, centro de investigaciones y servicios educativos.* Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sin., México, 2000.
- **PIAGET, J.** *La construcción de lo real en el niño,* Barcelona, Crítica-Grijalbo, 1989.
- **PIATTINI, M.** *Análisis y Diseño Detallado de Aplicaciones Informáticas de Gestión,* Madrid, RAMA, 1996.
- **PRESSMAN, R.** *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico,* Madrid, McGraw Hill, 1993.
- **RAVEN, J. C.** *Test de Matrices Progresivas. Escala General.* Vol. 3b. Buenos Aires, Paidós, 1979.
- **RAVEN, J. C.** *Test de Matrices Progresivas. Manual para la Aplicación.* En J. Sánchez y O. Alonso (1997-8). *Evaluación distribuida de software educativo a través de Web.* [[www.dcc.uchile.cl/~oalonso/educacion](http://www.dcc.uchile.cl/~oalonso/educacion)].
- **SANCHO, J.** *Para una Tecnología Educativa,* Barcelona, Horsori, 1994.

- **SCHUNK, D. H.** *Teorías de la Educación*. Madrid, Prentice Hall, 1997.
- **SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA, SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICAS.** *Manual de Organización del Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios*. México, 2001.
- **SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA, SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA.** *Programa de Desarrollo DGETI 20001-2006*, México, 2001.
- **VYGOTZKI, L.** *Mind in Society. The development of higher psychological process*. Cambridge, MA., Harvard University Press, 1978.

## GLOSARIO

**Autopista de la información/infopista:** proyecto de unir en red la mayor cantidad posible de nodos informáticos y hogares, para una difusión personalizada e interactiva de aplicaciones multimedia de toda índole.

**Banco de datos:** servicio telemático comercial accesible desde un ordenador personal, como American Online.

**Bit:** abreviatura de Binary digit. Unidad básica de información que puede tomar dos valores codificados, en general 0 ó 1. Sirve como unidad de medida de la capacidad de ciertos componentes de los ordenadores, aparatos electrónicos o soportes de almacenaje.

**Browser:** es un programa de informática que nos permite navegar por la Internet, realizar búsquedas de direcciones electrónicas que ya conocemos previamente, así como la búsqueda de direcciones con temas de nuestro interés.  
**Web Browser:** un browser (también llamado buscador o navegador) es un programa que permite ver las páginas Web, tales como Netscape Navigator e Internet Explorer.

**Byte:** unidad de medida de información que equivale a 8 bits.

**CD (Compact Disk):** disco óptico removible que se usa en distintos tipos de aplicaciones profesionales o de consumo. El primer modelo de CD –el disco compacto de audio- fue lanzado en 1982 para el gran público por sus inventores, Philips y Sony. Removible, barato, resistente y de acceso directo, el CD se impuso como soporte privilegiado de los programas multimedia.

**CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory):** extensión del CD de audio, del cual hereda sus características externas. Este disco compacto permite almacenar información de cualquier tipo.

**Ciberespacio:** traducción de la palabra inglesa cyberspace, acuñada por el autor americano de ciencia ficción William Gibson en su novela Neuromancer. Por extensión, designa el espacio de interactividad entre diversos medios de comunicaciones (ordenador, teléfono, televisor inteligente). También puede aludir a una comunidad conectada por medios electrónicos y que experimenta con nuevas formas de organización social.

**Cibernauta:** usuario del ciberespacio.

**Compresión:** tratamiento de datos digitales que reduce su volumen. Como la información está digitalizada (convertida en series de bits), se puede comprimir para ocupe menos lugar. Las técnicas de compresión implican una codificación por algoritmos matemáticos. La descompresión se efectúa por medio de fórmulas

inversas, estas técnicas han progresado tanto que actualmente podemos comprimir datos y restituirlos sin pérdida de calidad en una relación de 1 a 10.

**Correo electrónico (e-mail):** mensaje que se intercambia entre dos ordenadores conectados por módem a una red de comunicaciones. Se puede tratar de una carta o de un archivo informático que contenga datos multimedia.

**Decodificador:** dispositivo que permite descifrar señales de televisión recibidas vía satélite o por cable. O bien señales digitalizadas convertirlas en analógicas o viceversa.

**Digital:** que ha sufrido una codificación en una serie de bits, es decir, de 0 y 1.

La digitalización de los datos –su traducción a lenguaje informático- permite su combinación y tratamiento, de ahí el surgimiento de los multimedia.

**Diskette:** Unidad de almacenamiento con capacidad de 1.44 Mega Bytes.

**En línea (Online):** dicese de las redes o servicios accesibles por medio de una terminal (ordenador, agenda electrónica) equipado con módem.

**Fibra óptica:** fibra constituida por silicio y material plástico que se usa para la construcción de redes modernas de comunicaciones. Es más costosa y

posee mayor capacidad que el cable coaxial, y permite la transmisión de gran cantidad de datos (multimedia) a la velocidad de la luz.

**Giga:** mil millones. Un gigabyte (GB), por ejemplo, equivale a mil millones de bytes.

**Hardware:** anglicismo que designa los materiales, aparato y máquinas, en contraste con las aplicaciones y programas (software).

**Hertz o hertzio:** unidad de frecuencia de un movimiento periódico, cantidad de ciclos por segundo.

**Hipertexto:** función que en un texto electrónico asocia ciertas palabras o grupos de palabras con complementos de información que están situados más allá del texto. A cada instante el usuario puede obtener complementos de información con sólo clicar las palabras destacadas. Ello permite organizar diversos caminos lógicos en la información.

**Host:** es la computadora que se conecta a la red para dar servicio de comunicación con la Internet a las computadoras que estén conectadas a ella.

**HTML:** Hyper Text Markup Language

**Icono:** representación gráfica en la cual se puede clicar –en las interfaces gráficas- para seleccionar un archivo, abrirlo, ordenador, activar una función, etc.

**Interactividad:** tipo de relación que hace que el comportamiento de un sistema modifique el comportamiento del otro. Por extensión, un equipo o programa se denomina interactivo cuando su usuario puede modificar su comportamiento o desarrollo. Así como los programas y juegos de vídeo son interactivos por definición, los programas audiovisuales y los filmes clásicos implican un comportamiento pasivo del usuario.

**Interfaz (interfase):** la interfaz de utilización es la parte de una aplicación que está consagrada al diálogo con el usuario. Es la que gestiona la interactividad entre el hombre y la máquina.

**Internet:** red mundial integrada por más de 30.000 subredes de todo tamaño interconectadas, que abarcarían unos 3 millones de usuarios. Se considera que Internet es la precursora de las autopistas de la información. Los ordenadores o servidores usan diversos formatos, según la tarea que realicen. La Internet está compuesta, por diferentes áreas, las cuales incluyen World Wide Web, FTP, Gopher y Usenet. Seguiremos la convención usual escribiendo en mayúsculas la letra i de Internet al referirnos específicamente al Internet global, y usaremos minúsculas al referirnos a los internets privados que utilizan TCP/IP.

**Mega:** Millón. Un megabyte (MB), por ejemplo, equivale a mil bytes, es decir, un millón de bits.

**Memoria:** dispositivo o soporte que permite conservar y recobrar información. Distinguimos entre la memoria viva o volátil –RAM o Random Acces Memory, memoria de acceso aleatorio- que permite leer y escribir datos indefinidamente, de las memorias muertas –ROM o Read Only Memory, memoria de lectura solamente-, que no es reescribible. Un ordenador se caracteriza por el tamaño de su memoria central (la memoria viva por donde transitan los datos antes de ser procesados) y el de su memoria auxiliar, la perteneciente al disco duro.

**Microprocesador:** procesador cuyos elementos están miniaturizados en circuitos integrados. El procesador central de un ordenador es como el motor de una máquina, pues ejecuta las instrucciones de los programas cargados en la memoria central (RAM) y sobre todo todos los que constituyen el sistema operativo.

**Módem:** la palabra inglesa MODEM es la abreviatura de Modulator –DE-Modulador (modulador-desmodulador). Este dispositivo permite conectar un ordenador con una red de transmisión telefónica (o de cable). Permite a los ordenadores comunicarse entre sí por correo electrónico y tener acceso a servicios en línea. Su desempeño depende de su velocidad de modulación: 2.400,9.60, 14.400 ó 28.800 baudios.

**Multimedia:** técnica de comunicación que tiende a reunir en un solo soporte un conjunto de medios digitalizados –texto, gráficos, foto, vídeo, sonido y datos informáticos- para difundirlos simultáneamente y de manera interactiva.

**Página principal (Home Page):** en el WWW, primera página a la que se llega al visitar un nodo o sitio por primera vez.

**Password:** clave que permite el acceso de uno o más usuarios a una red local y/o externa, es utilizada para limitar el acceso a información que sólo se desea sea vista por personas vinculadas con la misma.

**Realidad virtual (Virtual Reality, VR):** tecnología que sumerge al usuario en un universo sintético o virtual de tres dimensiones. El visitante puede moverse en ese mundo y manipular objetos por medio de un equipo más o menos sofisticado según la interfaz (caso de visualización, guantes táctiles, combinación).

**Satélite de comunicaciones:** aparato situado en órbita terrestre que gestiona las telecomunicaciones y la teledifusión.

**Servidor (Server):** ordenador potente que, en una red, recibe las órdenes de los ordenadores clientes y las procesa. En un servicio en línea, los periódicos electrónicos están almacenados en servidores.

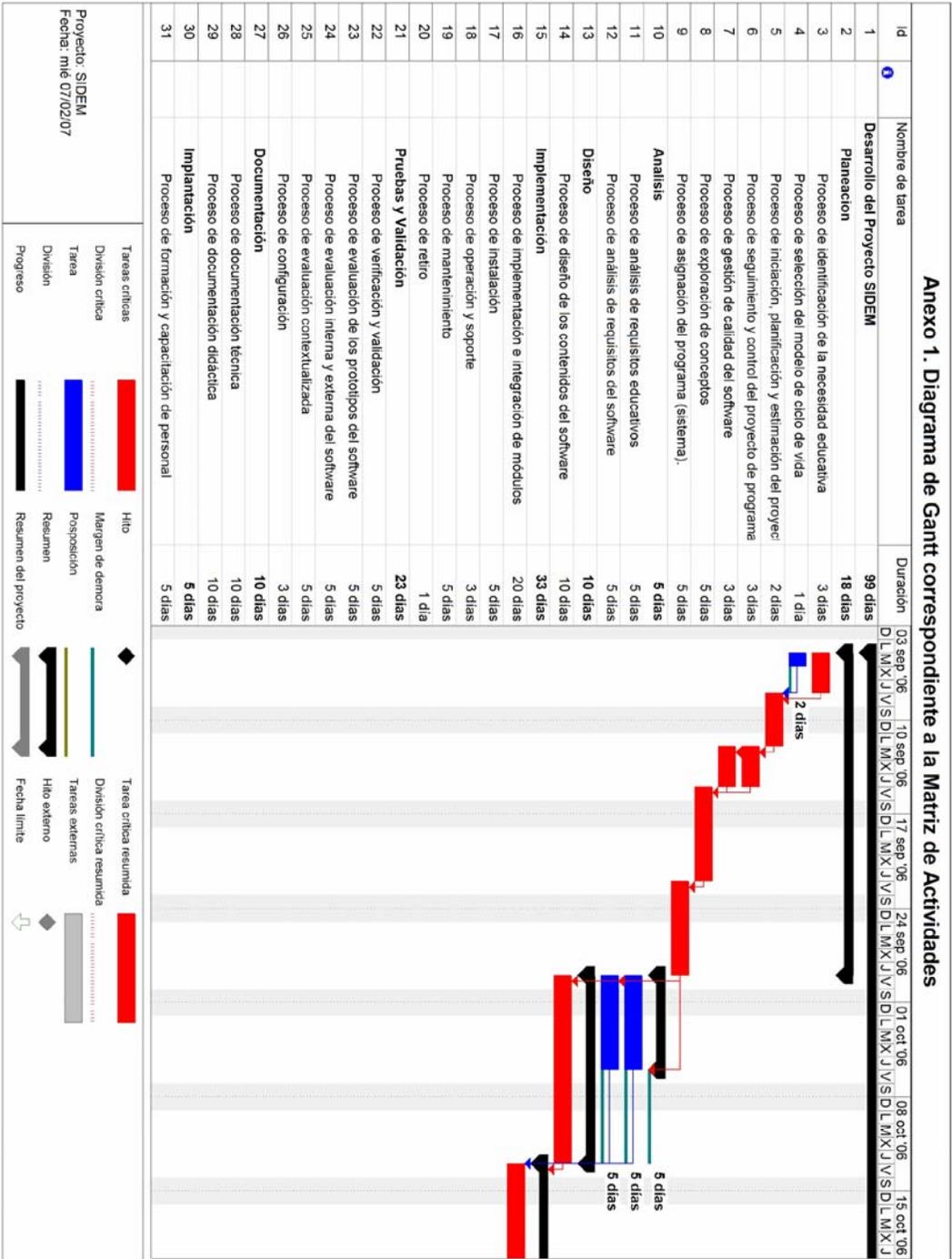
**Sitio (nodo, site):** en el WWW, colección de páginas con un único tema. El usuario se desplaza entre las páginas usando los enlaces proporcionados.

**Software:** conjunto de los datos y creaciones intelectuales que no se asocian con lo material. En informática, los programas, aplicaciones, procedimientos y protocolos dependen del software. Todo lo que es contenido (texto, imágenes, sonido) en contraste con lo material (hardware).

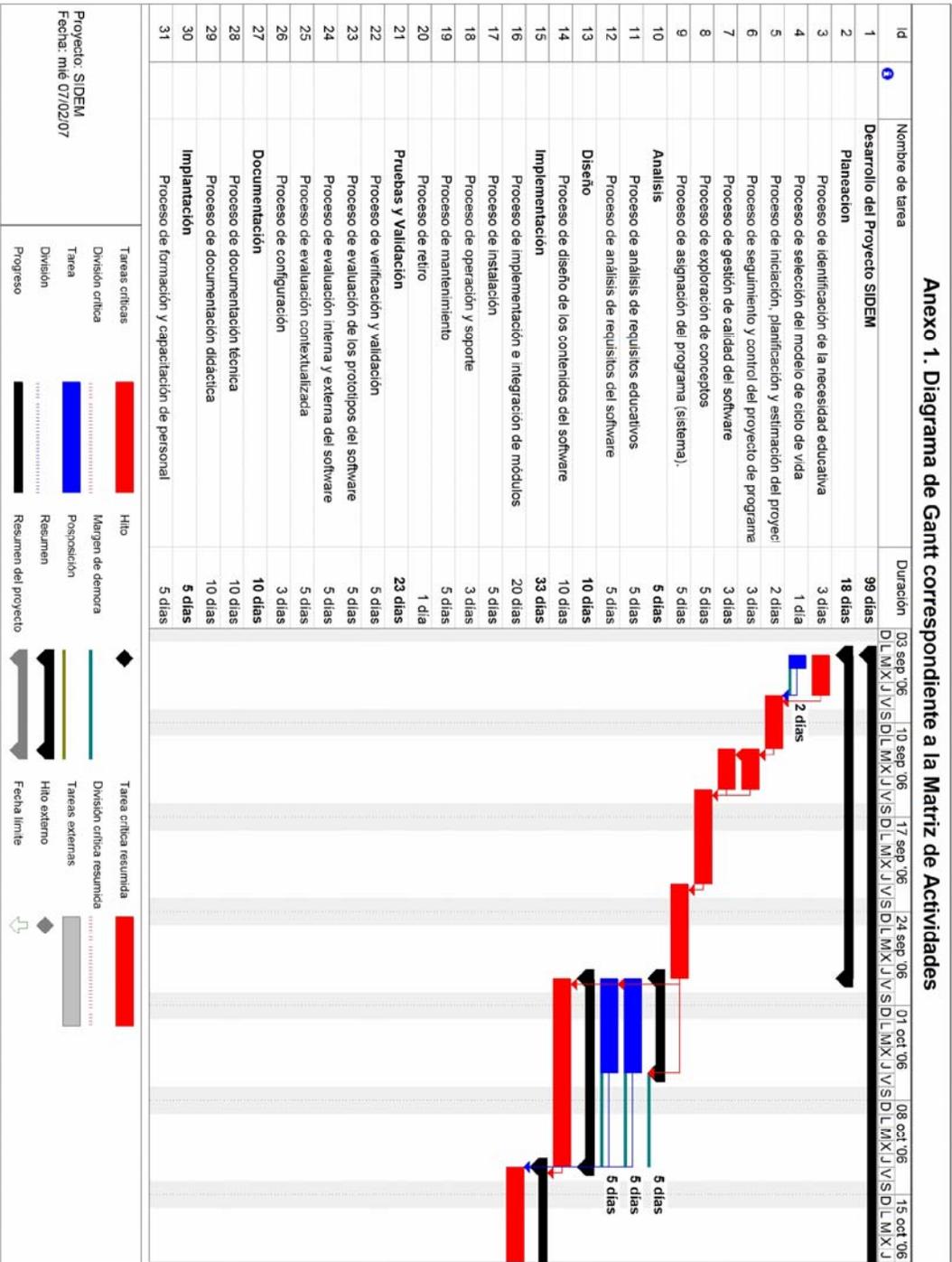
**User ID:** por su nombre en inglés, User (Usuario) ID (Identificación) es el nombre que se le asigna a cada usuario de una aplicación, ya sea una red o un WBT, permite que dicho usuario se identificado por la aplicación.

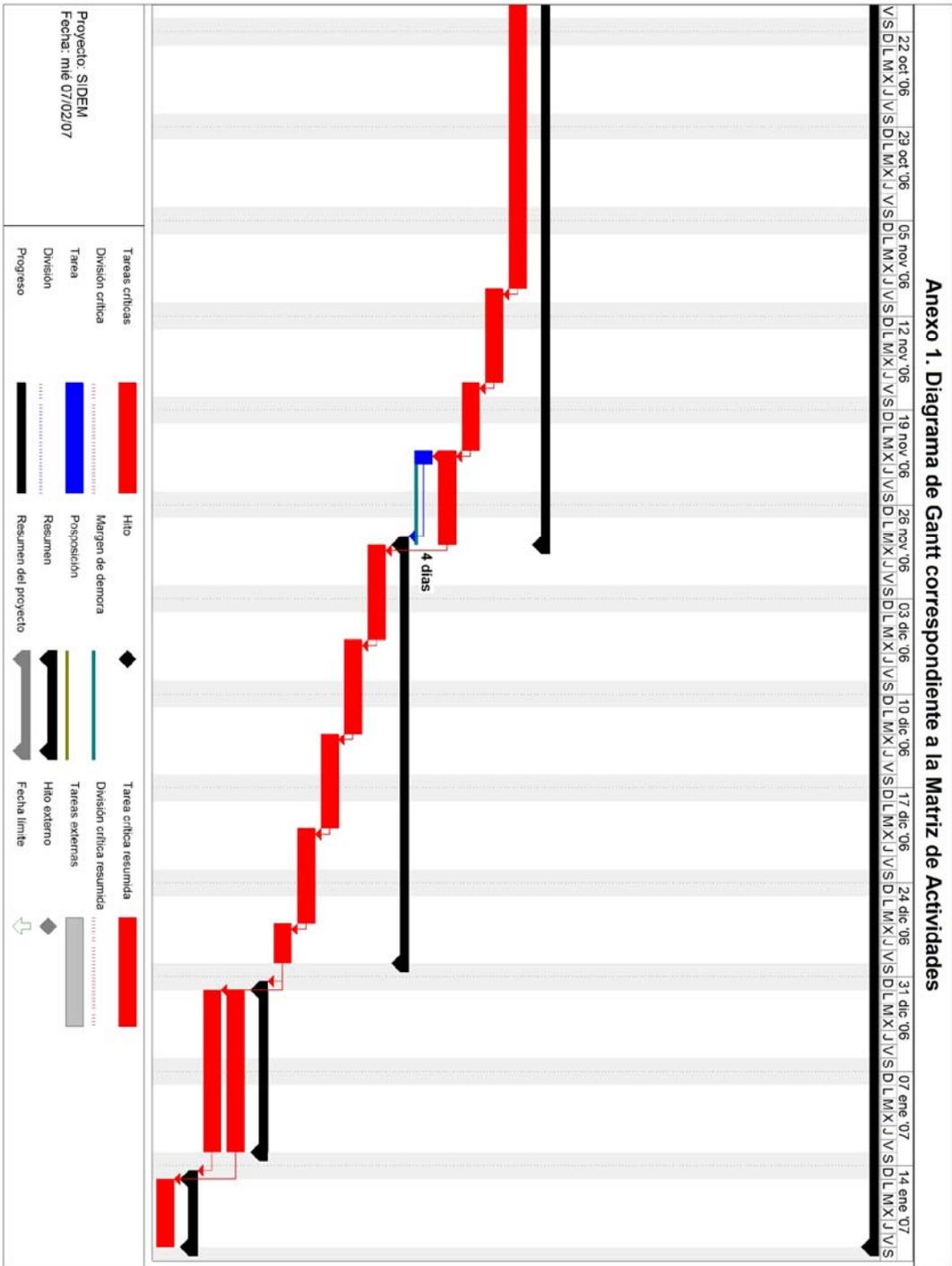
**World Wide Web (Web o WWW):** subred multimedia extremadamente popular de Internet, que se explora de manera muy amigable gracias a sus enlaces (links) de hipertexto. La cantidad de servidores conectados con el Web se duplica cada cincuenta y siete días.

Anexo 1. Diagrama de Gantt correspondiente a la Matriz de Actividades



Anexo 1. Diagrama de Gantt correspondiente a la Matriz de Actividades





## Anexo 2. Evaluación de la interface de comunicación – Prototipo I

Calificación de 1 a 5 (5:Excelente, 4:Muy Bueno, 3:Bueno, 2:Regular, 1:Malo) (5:Muy Adecuado, 4:Basamente, 3:Poco, 2:Muy Poco, 1:Nada)																					
Numero de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Prom
1. ¿Considera adecuado el diseño general de pantalla?	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3.4
2. ¿Considera adecuado el uso de	Ventanas	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3.95
	Botones	4	4	3	4	4	4	3	4	-	-	-	-	-	3	3	4	3	4	4	2.33
	Colores	4	1	2	2	4	4	3	4	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2.25
	Tipo de letra	3	4	2	2	4	4	3	4	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2.65
3. ¿Considera que el programa es interactivo?	5	4	4	4	2	3	2	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3.55
4. ¿Considera la interface amigable?	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3.60
5. ¿Le da buena información acerca del recorrido?	5	5	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4.15
6. ¿Considera adecuada la secuenciación de las pantallas?	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4	4	4	3	3	3	4	4.00
7. ¿Es de fácil manejo?	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4.7
8. ¿Considera que el uso de los iconos es correcto?	4	5	4	5	5	5	5	4	4	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4.25
9. ¿Le resulta útil el uso de las teclas rápidas?	3	3	3	5	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	4	4	3.62
10. ¿Ha despertado interés en usted?	4	4	3	5	3	4	3	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	3	4	4	3.95
11. ¿Sugerencia de cambio S/N?	N	S	S	S	S	S	N	-	-	S	S	-	S	S	S	S	S	S	S	S	

Tabla de evaluación de la interface de comunicación – Prototipo I

Numero de orden	Sugerencias de cambio
1	Cambiar los colores de la pantalla para que resulte más atractivo
2	Para evaluar mejor tendría que estar más completo, se sugiere mayor colorido y que el indicador sea distinto, es decir no flecha sino mano
3	Cuando se posiciona en algo que se expande que aparezca otro apuntador como la mano, y que a la vez haya cambio de relieve. Ponerle sonido al momento de activar algo. Más vistoso, más atractivo.
4	Cambio de colores – mas contraste
5	Mejorar la apariencia de los iconos
6	Cambiar la forma del apuntador a una mano
10	Tamaño de la letra más grande para usar en una notebook
15	Mas imágenes
16	Cambiar los colores de pantalla para que resulte más contraste
18	Agregar un tapiz de fondo
19	Letras en los botones mas remarcadas
20	Colocar iconos o indicaciones de cerrar o regresar a pantalla
21	Mejorar los colores de la pantalla, letra más gruesa, crear subventanas, más opciones

**Anexo 3. Evaluación de los contenidos y su pertinencia – Prototipo II**

<p align="center"><b>Calificación de 1 a 5</b>                      (5:Excelente, 4:Muy Bueno, 3:Bueno, 2:Regular, 1:Malo)                      (5:Muy Adecuado, 4:Bastante, 3:Poco, 2:Muy Poco, 1:Nada)</p>																					
Numero de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Prom
1. ¿Considera adecuada la selección de los contenidos?	4	5	3	5	4	5	4	3	5	3	4	4	4	5	4	5	3	4	4	4	<b>4.1</b>
2. ¿Consideraría adecuado el uso del programa terminado en otras especialidades?	4		5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	5	<b>4.42</b>
3. ¿Los cambios realizados fueron pertinentes?	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	3	3	4	4	4	<b>4.15</b>
4. ¿Quisiera que el programa fuera un tutorial?	2	3	4	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	<b>2.9</b>
5. ¿El programa le facilita la comprensión acerca del tema?	4	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	<b>4.35</b>
6. ¿Quisiera sonido en los videos?	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	<b>3.75</b>
Sugerencias de cambio S/N	-	S	-	S	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	-	-	-	-	-	-	

**Tabla de Evaluación de los contenidos y su pertinencia – Prototipo II**

Numero de orden	Sugerencias de cambio
1	Poner las direcciones WEB y la bibliografía en las pantallas explicativas
2	Ahora puedo evaluar mejor la capacidad del programa y lo imagino terminado
3	Se sugiere no poner audio, ya que se prefiere la explicación del docente que explica lo que sucede en el video y así se le puede hacer preguntas. Solo lo usaría para eventos
6	Se considera que los cambios fueron adecuados y que se respete el formato de los programas de Windows
10	Los colores siguen siendo muy pálidos
16	Hay que actualizar el contenido
19	El programa parece bueno porque permite ver cosas que el usuario no hubiera imaginado y que desconocía

**Anexo 4. Evaluación del producto Final**

<p align="center"><b>Calificación de 1 a 5</b>                      (5:Excelente, 4:Muy Bueno, 3:Bueno, 2:Regular, 1:Malo)                      (5:Muy Adecuado, 4:Bastante, 3:Poco, 2:Muy Poco, 1:Nada)</p>																						
Aspecto	Numero de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Prom
Utilidad	1. Factibilidad de uso	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	<b>4.75</b>
	2. Grado de adaptación a otros niveles de usuario	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	<b>4.65</b>
Pedagógicos y didácticos	3. Claridad de contenidos	4	4	4	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	<b>3.55</b>
	4. Nivel de actualización	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	<b>4.45</b>
	5. Interfase de navegación	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	<b>3.3</b>
	6. Nivel de motivación	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	<b>3.8</b>
	7. ¿Es adecuado para la comprensión del tema?	3	5	5	5	4	3	3	3	4	5	5	5	3	4	4	3	3	3	3	4	<b>3.85</b>
	8. ¿es adecuado para el aprendizaje del tema?	3	5	5	5	3	3	3	4	4	4	3	5	5	5	5	4	4	4	3	3	<b>3.9</b>
Técnicos	9. Documentación y ayudas	4	4	4	4	5	5	5	4	4	3	5	5	5	4	4	4	3	3	3	3	<b>4.05</b>
	10. ¿Son adecuados los recursos que necesita el software?	5	5	5	5	5	3	3	4	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3	4	<b>4.1</b>
Sugerencias S/N		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

**Tabla de Evaluación del producto Final**

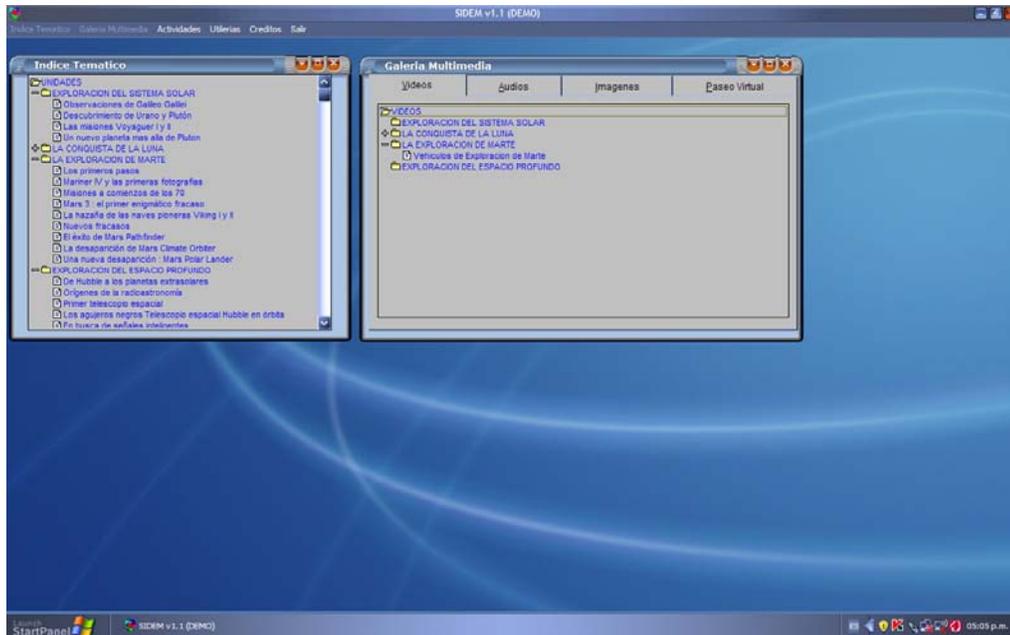
Numero de orden	Sugerencias de cambio
1	Los colores más fuertes
5	Las letras mas grandes
10	Habría que considerar usarlo en otros cursos
12	No interesan las teclas rápidas
14	Habría que poner más ventanas
15	Contribuyo a mi aprendizaje
16	Sería bueno como apoyo al docente

**Anexo 5. Evaluación externa del producto Final**

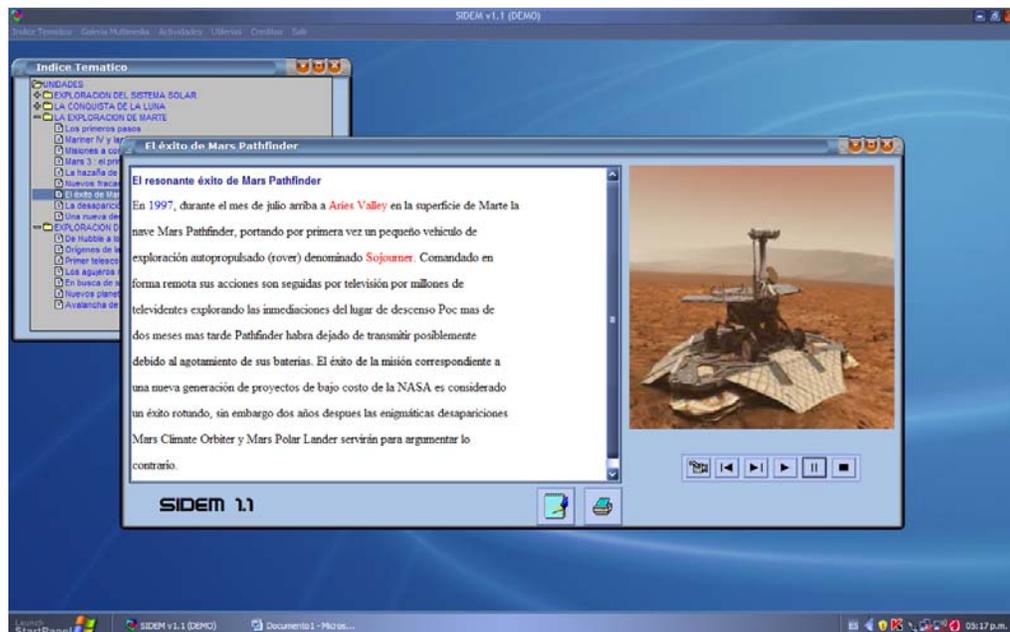
<b>Calificación de 1 a 5</b> (5:Excelente, 4:Muy Bueno, 3:Bueno, 2:Regular, 1:Malo) (5:Muy Adecuado, 4:Bastante, 3:Poco, 2:Muy Poco, 1:Nada)																					
Numero de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Prom
1. ¿Considera adecuado el diseño general de pantalla?	4	4	4	4	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.55
2. ¿Considera adecuado el uso de	Ventanas?	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4.3
	Botones?	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4.3
	Colores?	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3.6
	Tipo de letra?	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
3. ¿Considera que el programa es interactivo?	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.1
4. ¿Considera la interfase amigable?	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4.25
5. ¿Le da buena información acerca del recorrido?	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.8
6. ¿Considera adecuada la secuenciación de las pantallas?	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7. ¿Es de fácil manejo?	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4.25
8. ¿Considera que el uso de los iconos es correcto?	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.7
9. ¿Le resulta útil el uso de las teclas rápidas?	3	3	3	3	2	-	-	2	2	2	-	-	-	2	2	-	2	2	2	-	2.3
10. ¿Considera adecuada la selección de los contenidos?	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4.05
11. ¿Considera adecuado el uso del programa terminado en otras especialidades?	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	5	5	4	4	4
12. ¿Quisiera que el programa fuera un tutorial?	4	4	4	-	-	-	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3	3	-	-	-	3.33
13. ¿Le facilita la comprensión acerca del tema?	4	4	4	4	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.15
14. ¿Quisiera sonidos en los videos?	5	2	3	4	4	3	3	2	2	2	2	3	3	-	-	3	-	-	3	3	2.37
15. ¿Ha despertado interés en usted?	5	5	5	5	5	4	4	4	4	3	3	3	-	5	5	5	-	5	-	5	4.41
Sugerencias de cambio S/N	S	-	S	-	-	-	S	-	-	-	S	-	-	S	-	-	S	-	-	S	

**Tabla de Evaluación externa del producto Final**

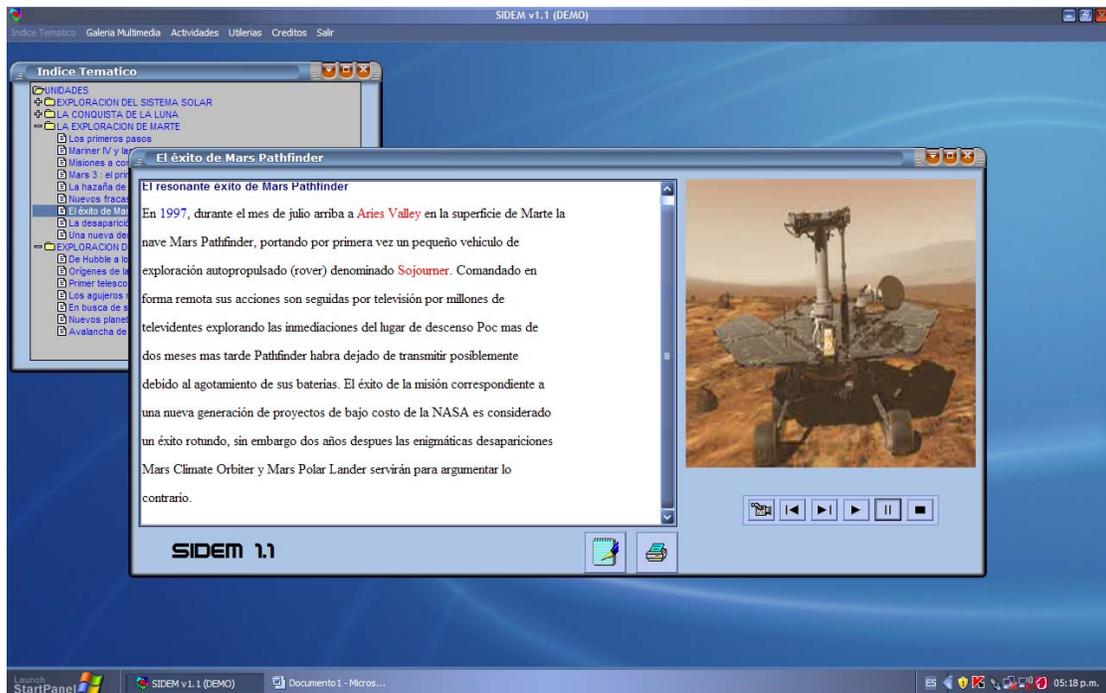
## Anexo 6. Interfaces del Software Educativo Multimedia generado por el SIDEM



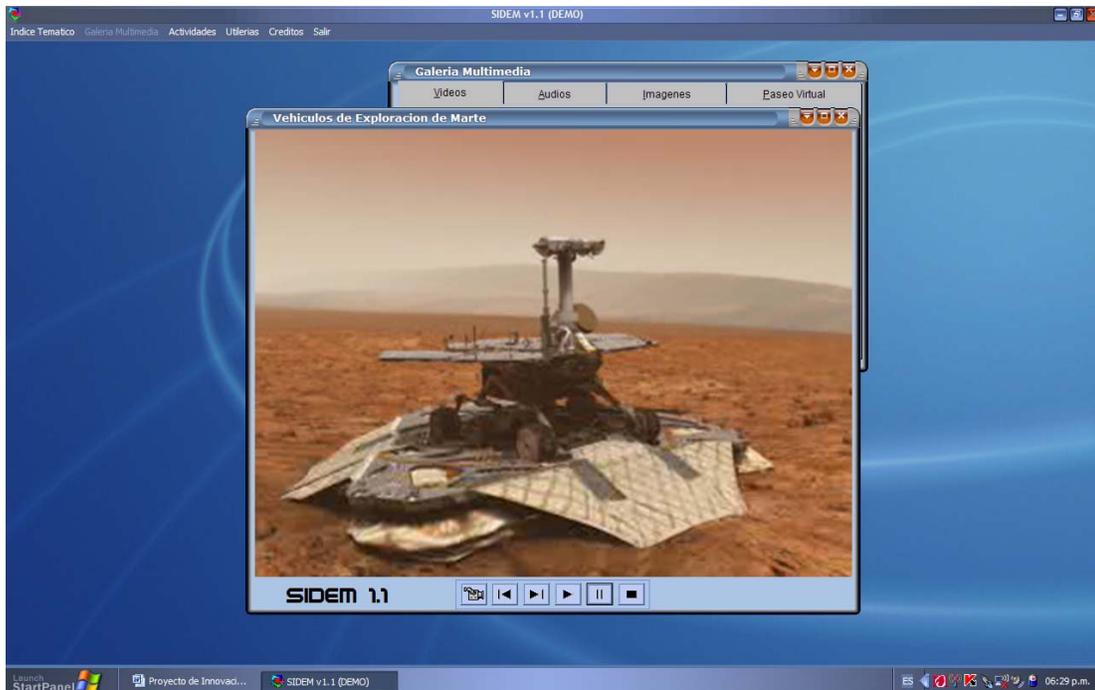
**Pantalla de Navegación de Elementos Temáticos y Galería Multimedia.** La Estructura de Árbol facilita la navegación entre los contenidos temáticos y de medios en la Galería Multimedia.



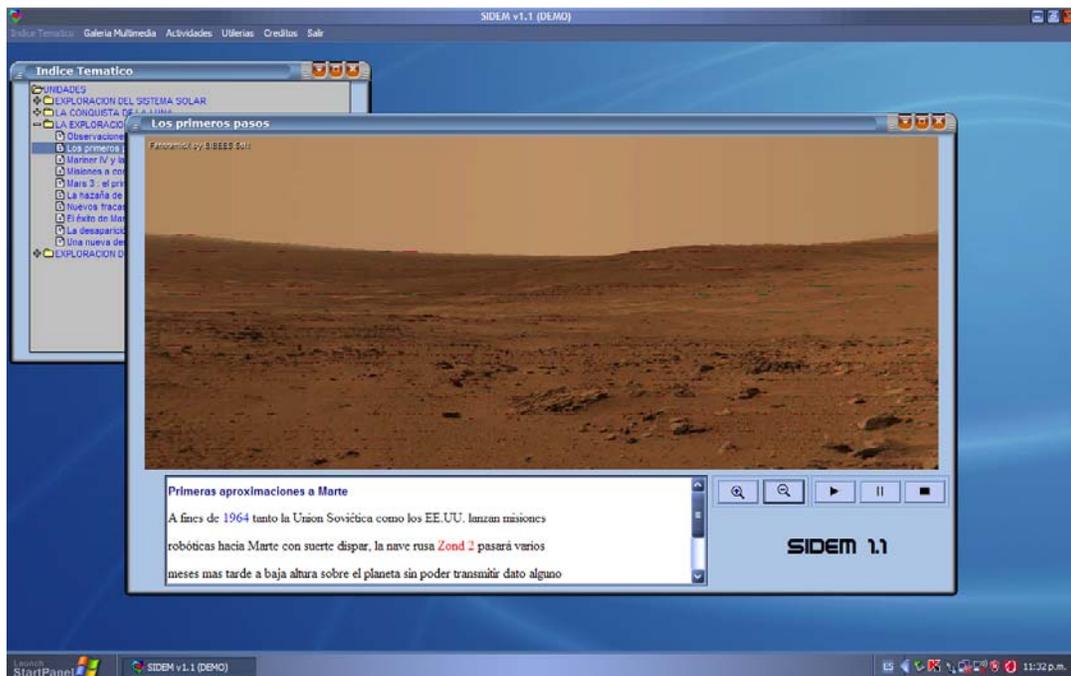
**Pantalla de Presentación de Elementos Temáticos con video.** El software identifica automáticamente el tipo de recursos multimedia utilizados por el docente y/o alumno, generando la interfase apropiada para su despliegue.



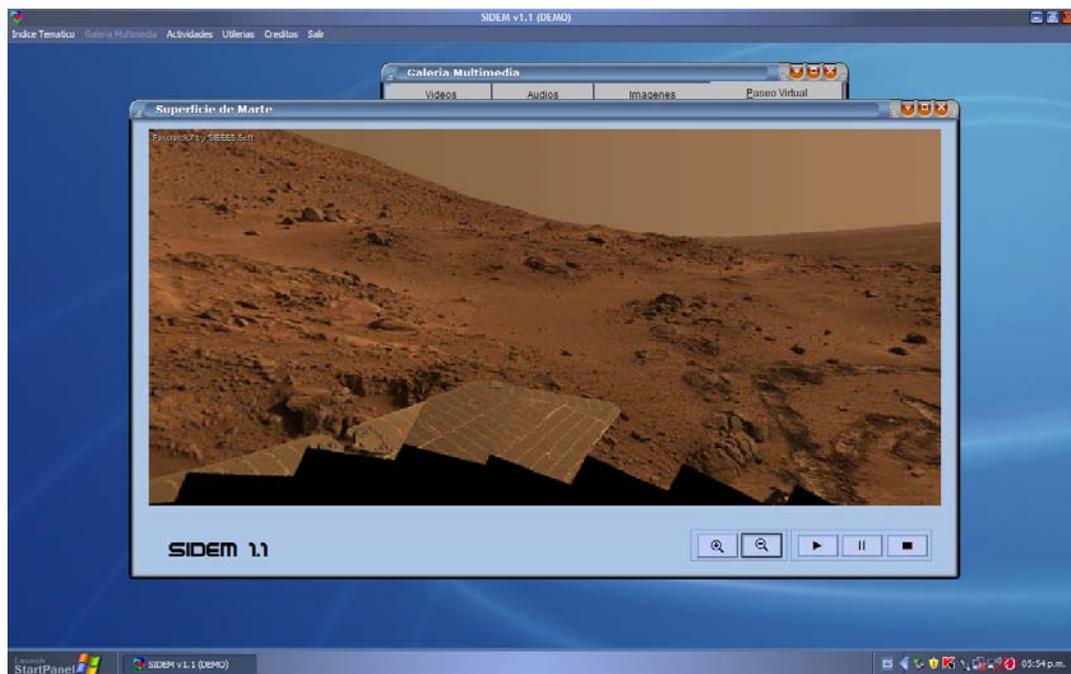
**Pantalla de Presentación de Elementos Temáticos con Imagen Fija y Sonido.** Se puede incluir audio a una imagen fija, así el docente puede explicar el propósito de una imagen o esquema, que el alumno puede escuchar.



**Pantalla de Presentación de medios de la Galería de Multimedia.** Los videos son un recurso importante para facilitar el proceso enseñanza aprendizaje, la Galería Multimedia organiza automáticamente los contenidos incluidos por el docente facilitando su consulta.



**Pantalla de Presentación de Elementos Temáticos con Paseo Virtual y Sonido.** La información puede incluir un paseo virtual. Los paseos virtuales simulan colocar al observador en un lugar de manera que pueda tener una vista de 360° de un escenario.



**Pantalla de Presentación de Paseo Virtual de la Galería Multimedia.** Los paseos virtuales pueden incluir una explicación en audio del docente, reforzando la sensación de tener un guía durante el recorrido.