

EL DISEÑO DE INSTRUCCIÓN EN UN MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO (MEC): LA PLATAFORMA PEDAGÓGICA DE SIVI 1.0

Carlos Enrique Zerpa
zerpac@camelot.rect.ucv.ve
(UCV)

Recibido: 15/06/2004

Aprobado: 10/01/2005

RESUMEN

Este trabajo tiene como propósitos exponer y operacionalizar el modelo del diseño del sistema instruccional SIVI 1.0. Este modelo tiene como finalidad satisfacer las necesidades de información que subyacen en el proceso de orientación vocacional referente al campo ocupacional de las especialidades de la carrera de ingeniería que se dictan en la Universidad Central de Venezuela. El material multimedia educativo computarizado (MEC) pretende ser un insumo de importancia para ayudar a estudiantes de nuevo ingreso en la carrera de ingeniería a decidir por la especialidad que más se ajuste a sus intereses e inclinaciones vocacionales. Cada uno de los aspectos que comprenden la plataforma pedagógica se presenta de manera específica vinculándolos con el enfoque cognitivista del proceso de aprendizaje que sirve como marco de referencia a la propuesta. Son discutidas algunas implicaciones para el diseño instruccional de materiales educativos multimedia computarizados.

Palabras clave: diseño de instrucción, multimedia, orientación profesional, tecnologías de la información.



INSTRUCCTIONAL DESIGN IN A COMPUTARIZED EDUCATIONAL MATERIAL (MEC): THE PEDAGOGICAL PLATFORM SIVI 1.0

Summary

This paper exposes and makes operational the instructional system SIVI 1.0. The goal of this model is satisfying the information need of the vocational orientation process in engineering at the UCV. The multimedia Computerized Educational Material (MEC) is meant to become an important tool to help new engineering students to decide the specialization that best fits the interests and vocational inclinations. All the aspects that structure the pedagogical platform are presented in detail linking them to the Cognitivist approach of the learning process that frames the investigation. Some implications for the instructional design of multimedia Computerized Educational Material are also discussed.

Key words: instruction design, multimedia, professional orientation, information technologies.





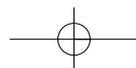
Carlos Enrique Zerpa

Introducción

Una de las acepciones posibles, aunque no exclusivamente, que puede ser válida para comprender lo que es el diseño de instrucción, en el contexto del diseño y producción de materiales educativos computarizados (MEC), es aquella que afirma que se trata de un proceso orientado a detallar cómo un conjunto de tareas de aprendizaje con una meta particular se puede trasladar a un programa destinado a la instrucción (Venezky y Osin, 1991). El diseño de instrucción se concibe entonces como un proceso sistemático a través del cual se desarrollan especificaciones para emplear las teorías de la instrucción y el aprendizaje en el aumento de la calidad del proceso educativo, o bien, consiste en “*describir el proceso involucrado en la planeación sistemática de la instrucción*” (Smith y Ragan, 1999, p. 5).

En función de las competencias que se requieran enseñar, el diseño puede ser realizado con mayor o menor nivel de detalle. Ello implica el análisis de las necesidades de aprendizaje, de las metas y el desarrollo de un plan que abarca “*una secuencia completa de guiones para un curso entero...procedimientos de diagnóstico y administración*” (Venezky y Osin, 1991, p. 97). El proceso incluye tanto el desarrollo de las actividades para el aprendizaje como los materiales de apoyo que se requerirán para cumplir con las metas propuestas, además de la estrategia de evaluación apropiada.

La literatura sobre el tema muestra cómo el diseño de instrucción también es una disciplina concerniente a la investigación y a la teoría acerca de las estrategias instruccionales y el proceso para desarrollar y aplicar tales estrategias (por ejemplo, Smith, y Ragan, 1993; Newby, Stepich, Lehman y Russell, 1996). Se trata entonces de una forma de intervención sobre un sistema de instrucción que persigue organizar los componentes de la situación instruccional de



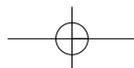


forma tal que se satisfagan las necesidades y metas propuestas de aprendizaje (Córdova, 2002). En efecto, las referencias ofrecen una variopinta gama de proyectos de desarrollo de sistemas instruccionales que, en principio, van desde aquellos en los que subyace un énfasis en los productos del aprendizaje (basados en modelos de aprendizaje con enfoque conductista), hasta los que consideran la pertinencia de los procesos cognitivos (basados en enfoques de aprendizaje cognitivista o, inclusive, socioculturales). Al respecto, Merrill, Li y Jones (1991) proponen una importante distinción entre diseños instruccionales de primera generación (DI1) y diseños instruccionales de segunda generación (DI2).

Según Merrill *et al.* (1991), y a diferencia de los diseños instruccionales de primera generación (DI1), un diseño instruccional de segunda generación (DI2) tiene la ventaja de estar especialmente ajustado al uso del recurso tecnológico en la instrucción (en el caso de la instrucción asistida por computadora); de esta manera un DI2 debe ser capaz de analizar, representar y guiar la instrucción para la enseñanza de series organizadas de conocimientos y destrezas; así mismo, un DI2 debe ser capaz de generar prescripciones pedagógicas para la selección de estrategias instruccionales y la selección y secuenciación de series de transacciones instruccionales y constituirse como un sistema abierto que incorpore nuevo conocimiento acerca de la enseñanza y el aprendizaje y lo aplique en el proceso de diseño. Adicionalmente un DI2 debe contener una serie de herramientas para el análisis y la adquisición de conocimientos y una biblioteca de transacciones instruccionales para el intercambio persona-máquina, entre otras características. Un material multimedia computarizado debería estar sustentado en un DI2, conforme a las especificaciones anteriores.

Para Chacón (1995), el diseño de instrucción normalmente se encuentra inserto en un proceso conocido como “diseño de un pro-





Carlos Enrique Zerpa

grama de instrucción” en tanto los cursos a dictarse con determinado propósito están dotados de componentes y funciones, por lo que conforman así microsistemas de instrucción, descritos en función de los siguientes parámetros: a) contexto (elementos ambientales que influyen en el sistema); b) insumos (atributos de los recursos con que se cuenta para la operación del sistema); c) procesos (actividades a desarrollar para cubrir los propósitos que se persiguen); d) resultados (o cambios en el plano conductual o cognitivo, en tanto adquisición de destrezas o modificación del estado del conocimiento de una persona sometida al programa de instrucción); e) impacto (grado de éxito de la propuesta instruccional para satisfacer las demandas de aprendizaje de una comunidad dada). Se ve entonces como las diferentes propuestas de desarrollo de diseños instruccionales incluyen atributos fundamentales que le darán forma a la hora de su concreción en el planteamiento de objetivos y/o actividades, la identificación de necesidades y/o recursos, y las demandas de la tarea, entre otros aspectos.

La literatura reporta una gran cantidad de iniciativas de desarrollo de sistemas instruccionales para ambientes computarizados. Sin embargo, con frecuencia se encuentran propuestas de desarrollo instruccional para MEC que exponen sólo procedimientos genéricos, inclusive confusos, como soporte pedagógico a procesos instruccionales asistidos por computadora (por ejemplo, Fallad, 1999; Santana, 2002, para citar sólo algunas muestras). Muchas de las propuestas no señalan estrictamente la operacionalización del conjunto de aspectos a considerar en el desarrollo de la instrucción para un MEC en un caso de aplicación concreto, dejando muchas veces vacíos, tanto conceptuales como procedimentales, que no permiten examinar la pertinencia y adecuación de los diseños a la luz de las teorías mismas de la instrucción y del aprendizaje que los sostienen. De allí que el propósito de este artículo es exponer y operacionali-





zar el modelo de diseño de un sistema instruccional (material educativo computarizado o MEC), denominado SIVI 1.0, para dar cuenta del meticuloso análisis que amerita cada uno de los componentes de la plataforma pedagógica subyacente a cualquier intento por utilizar las tecnologías de información y comunicación para una finalidad formativa particular, fundamentado en una perspectiva con énfasis cognitivista del aprendizaje.

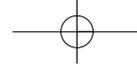
Propuesta de diseño de instrucción para SIVI 1.0

A continuación se exponen los aspectos generales del diseño del material educativo computarizado que conformará el *Sistema de Información Vocacional para Estudiantes de Ingeniería SIVI 1.0* (Zerpa y Ramírez, 2004). Se trata de un material multimedia que servirá de ayuda para la toma de decisión vocacional de estudiantes de nuevo ingreso en la carrera de Ingeniería. En otras palabras, se prevé que SIVI 1.0 servirá de insumo para que estudiantes del primer semestre de Ingeniería clarifiquen su preferencia hacia una u otra especialidad de la carrera de Ingeniería que se dicta en la Universidad Central de Venezuela.

Características y objetivos del programa

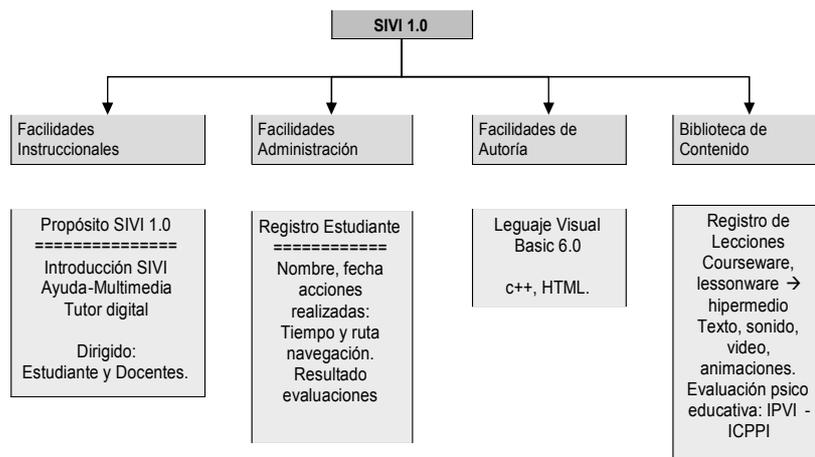
Siguiendo a Venezky y Osin (1991) la estructura del material multimedia de SIVI 1.0 atiende a cuatro componentes o subsistemas: facilidades instruccionales, de administración, de autoría y biblioteca de contenidos, tal como se puede apreciar en la gráfico 1.





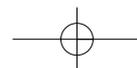
Carlos Enrique Zerpa

Gráfico 1.
Estructura del material educativo computarizado SIVI 1.0



Fuente: Zerpa y Ramírez, 2004.

Cada subsistema cumple funciones específicas: 1) facilidades instruccionales: subsistema en el que se definen los objetivos para la enseñanza y el aprendizaje del material educativo multimedia, ayudas y guías para las personas usuarias. 2) facilidades de administración: un subsistema que permite registrar información sobre el usuario y su interacción con el software; 3) facilidades de autoría: se refiere a las utilidades que proporciona el software/lenguaje de programación para incorporar modificaciones derivadas de la retroalimentación de los usuarios; 4) biblioteca de contenido: es el subsistema que almacena información sobre cada especialidad de ingeniería en forma de hipertexto, video, sonido; disponible para que acceda a ella el usuario del MEC, así como la versión digital de dos instrumentos psicométricos: a) *Instrumento de preferencias vocacionales para ingeniería (IPVI)*, destinado a estimar objetivamente





te los intereses vocacionales (un inventario especialmente diseñado para las especialidades de Ingeniería) y b) *Instrumento de competencias personales para la profesión de ingeniería* (ICPPI), destinado a estimar el grado de ajuste entre un perfil ideal de profesional de la ingeniería y un perfil real de cada estudiante (ambos en etapa de construcción).

Los cuatro subsistemas anteriores se organizan en SIVI 1.0 a partir de las ideas que Galvis (1992) formula para la elaboración de materiales multimedia computarizados con base en tres plataformas: a) tecnológica, b) pedagógica y c) comunicacional. En este trabajo se enfatizará el análisis estructural de partes/de relaciones entre partes y el análisis operacional de la plataforma pedagógica del sistema.

Plataforma Pedagógica: características educativas de SIVI 1.0

La base de información (biblioteca de contenidos) operará a partir de tres modelos que se integrarán formando las transacciones instruccionales que proveerá el sistema: modelo de conocimiento, modelo pedagógico y modelo de estudiante, los cuales responden a tres interrogantes básicas (Zerpa y Ramírez, 2004):

- *¿Cómo se aprende con el sistema?* (modelo de conocimiento). Se trata de un programa educativo organizado a partir del enfoque de aprendizaje cognitivo. La persona usuaria del sistema aprenderá nuevos esquemas que integrará al conocimiento que ya posee a partir de lecturas y la apreciación de imágenes y videos con los cuales se generan actividades interactivas.
- *¿Cómo se puede enseñar con el sistema?* (modelo pedagógico). La información contenida en la biblioteca del sistema es presentada al estudiante bajo un esquema de “lectura metacomprendiva”





Carlos Enrique Zerpa

(Ríos, 2001). Se trata de la aplicación de una estrategia metacognitiva cuya estructura atiende a tres momentos: 1) **antes** (planificación): preguntas preliminares, declaración de metas de aprendizaje, generación de un plan para el abordaje de los contenidos y organizadores de texto (mapas conceptuales y/o redes semánticas); 2) **durante** (supervisión): incluye preguntas anexas para el monitoreo de la comprensión, actividades para la revisión del plan de abordaje del material y su ajuste, ayudas para la superación de dificultades de comprensión de los contenidos; 3) **después** (evaluación): básicamente sugiere actividades de verificación de la comprensión de los contenidos conforme al plan individual de abordaje del temario (respuestas a preguntas preliminares, respuestas a preguntas anexas, estrategias de elaboración (resumen simple, analítico o crítico) y de organización de la información (mapas y esquemas).

- *¿Cuál es el papel de la persona usuaria?* (modelo de estudiante). Las transacciones instruccionales que aportará SIVI 1.0 implicarán la participación activa de cada persona como constructora y guía de su propio proceso de aprendizaje: planificación, supervisión y evaluación del trabajo con el sistema (papel desde lo cognitivo). Se tendrá la posibilidad de almacenar algunos aspectos vinculados a la ejecución de cada persona mientras navega: ruta de navegación que se siguió en la exploración de los contenidos de información; tiempo de navegación invertido en cada nodo de información y en la ruta específica de navegación y número de veces en las que se accede a la información (aspectos conductuales del trabajo con el MEC); ello permitirá proveer a cada persona de retroalimentación en función de su ejecución en las tareas de evaluación formativa y sumativa que presentará el material multimedia. El *modelo pedagógico* está vinculado estrechamente al *modelo de estudiante* de forma tal que, sobre la base de la información que este último provee al sistema en relación con cada





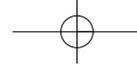
persona usuaria del MEC, se aplicará a dos funciones fundamentales: 1) establece el momento de dominio de cada área informativa específica (la profesión, las especialidades y los aspectos éticos del ejercicio profesional); y 2) decide el nivel de instrucción remedial requerido por el usuario con base a la evaluación de salida que proveerá el sistema.

El modelo pedagógico de SIVI 1.0 se apoyará en las transacciones instruccionales que estarán conformadas a partir de una base de información compilada sobre las especialidades de la carrera de ingeniería que se organizará en tres grandes áreas de contenidos (formando parte de la biblioteca de contenidos): la información de la profesión (la profesión de ingeniería); la información sobre las especialidades (descripción de las especialidades, tareas y actividades propias del ejercicio profesional, perfil de competencias, ejemplos de obras y procesos de cada especialidad); los aspectos éticos vinculados al ejercicio profesional.

Estructura de navegación

La navegación en un material educativo multimedia responde a la contigüidad existente entre los bloques de contenidos instruccionales y las relaciones existentes entre ellos, es decir, su topología (Venezky y Osin, 1991); en SIVI 1.0 dicha topología se corresponderá con una organización de contenidos de tipo mixta (Zerpa y Ramírez, 2004): 1) lineal, en tanto cada estudiante irá consecutivamente por cada uno de los nodos de información incluidos en el MEC; y 2) de árbol, dado que en la fase de exploración de las especialidades, cada estudiante podrá navegar libremente por los diferentes nodos de contenido hasta cubrir el recorrido de todo el apartado de la profesión de ingeniería en sus diferentes aspectos (información de la profesión, información sobre las especialidades y aspectos éticos).

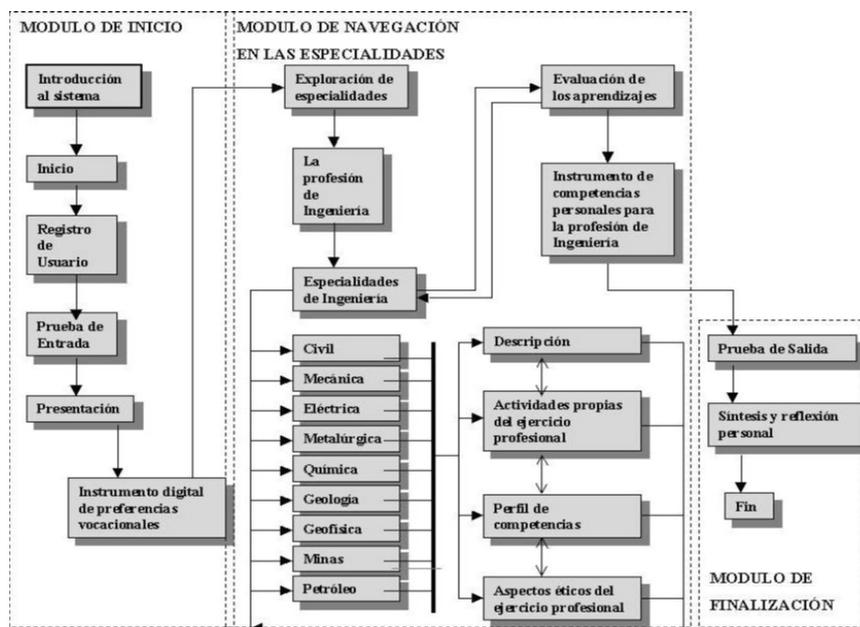




Carlos Enrique Zerpa

cos vinculados al ejercicio profesional), hasta que el sistema asigne un nivel de dominio de dicha información (ver gráfico 2).

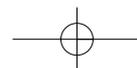
Gráfico 2.
Estructura de navegación de SIVI 1.0



Fuente: Zerpa y Ramírez, 2004.

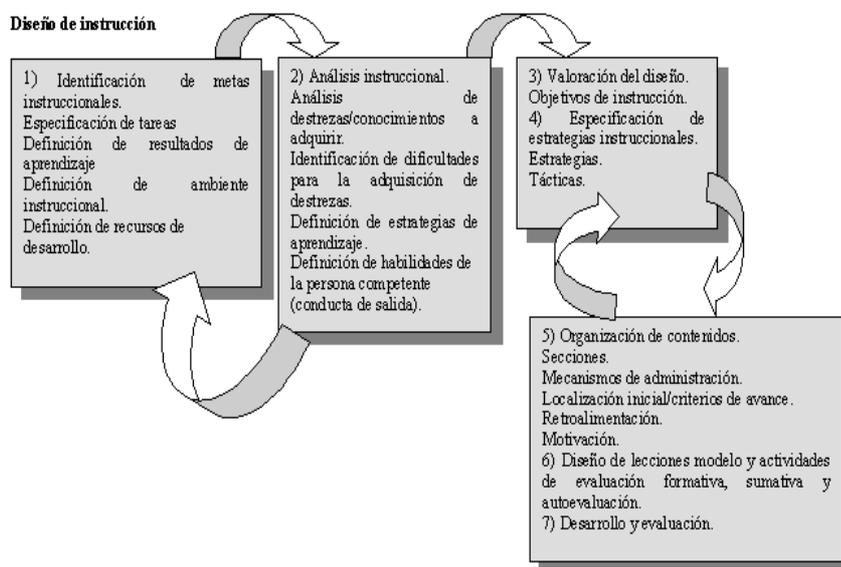
Operacionalización del desarrollo de la plataforma pedagógica de SIVI 1.0.

El modelo de diseño instruccional subyacente a la propuesta de elaboración de SIVI 1.0 se corresponde con la categoría de modelos de diseño de instrucción de segunda generación propuesta por Merrill, Li y Jones (1991), cuyos presupuestos fundamentales se expusieron en un apartado anterior y pueden observarse en el gráfico 3. Se rea-



lizará una descripción analítica (de partes/relaciones entre partes y operacional) de cada componente del modelo de diseño de instrucción propuesto en la representación mencionada.

Gráfico 3
Modelo de Diseño de Instrucción propuesto para SIVI 1.0
(Zerpa y Ramírez, 2004)



Identificación de metas instruccionales

El propósito de esta primera etapa del diseño de instrucción consiste en especificar cuáles son los resultados que pretenden alcanzarse una vez que la persona-estudiante haya navegado a través del material multimedia computarizado (MEC). Específicamente se espera que con esta ayuda, las personas desarrollen las siguientes competencias:



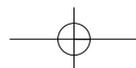
Carlos Enrique Zerpa

- Dominio de recursos para el aprendizaje como un respaldo para la presentación de información especializada para la toma de decisiones vocacionales.
- Fomento de la reflexión personal e integración de la información ocupacional con el análisis de las preferencias vocacionales y habilidades de cada estudiante.
- Adquisición, ejercitación y evaluación de esquemas de conocimiento sobre la información ocupacional en ingeniería y análisis del propio perfil de competencias de cada estudiante.

Esto supone el establecimiento de un conjunto de submetas claves durante la navegación:

a. Especificación de tareas

- Registrarse en el sistema.
- Responder instrumento de preferencias vocacionales para ingeniería (IPVI).
- Responder instrumento de competencias profesionales para ingeniería (ICPPI).
- Responder prueba de conocimientos acerca de la profesión de ingeniería.
- Explorar la información acerca de las diferentes especialidades de la carrera de ingeniería que se dictan en la Universidad Central de Venezuela.
- Realizar actividades complementarias durante la navegación por cada una de las especialidades de la carrera de ingeniería.
- Responder prueba de conocimientos de salida.
- Realizar reflexión y síntesis personal.





Adicionalmente, la primera etapa del diseño de instrucción comprende la especificación de ciertos aspectos, a saber:

b. Definición de resultados de aprendizaje

- Resultado de Aprendizaje 1: (Conocimiento del tema). Dominio amplio de información de las diferentes especialidades de la ingeniería en cuanto a descripción, actividades propias del ejercicio profesional, perfil de competencias, aspectos éticos del ejercicio profesional.
- Resultado de Aprendizaje 2: (Autoconocimiento personal). Dominio amplio de información personal en cuanto a preferencias vocacionales en ingeniería y análisis de habilidades y destrezas.

c. Definición del ambiente instruccional

Se trata de un sistema multimedia interactivo, asistido por computadora, que puede tener la capacidad para presentar información de forma textual y audiovisual de modo coordinado: gráficos, imágenes, secuencias animadas de video, gráficos animados, sonidos y textos.

d. Definición de recursos de desarrollo

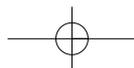
Lenguajes de autoría: HTML/Dreamweaver/Flash MX.

Lenguajes de autoría: Visual Basic 6.0

Lenguajes de autoría: C⁺⁺

Aplicaciones multimedia: hipertexto, imagen, video, animaciones.





Carlos Enrique Zerpa

2. Análisis instruccional

La segunda etapa del diseño de instrucción de SIVI 1.0 incluye la realización de cuatro actividades de fundamental importancia que conducirán finalmente al desarrollo de una estrategia instruccional apropiada, según los objetivos que se pretenden alcanzar con el material multimedia computarizado. Dichas actividades son:

- a. Análisis de destrezas/conocimientos a adquirir.
- b. Identificación de dificultades para la adquisición de destrezas.
- c. Definición de estrategias de aprendizaje.
- d. Definición de habilidades de la persona competente.

a. Análisis de destrezas y conocimientos a adquirir

Se especifican los contenidos de los esquemas de conocimiento que deben ser adquiridos por las personas que utilicen el material multimedia computarizado de acuerdo con dos dimensiones: a) la definición de la profesión de ingeniería y b) sus campos de acción profesional más comunes:

La profesión de ingeniería:

- ¿Qué es? ¿Por qué no es una ciencia? ¿Quién la ejerce?
- Aspectos históricos de la ingeniería como praxis y como ámbito de desempeño profesional actual.
- Relación de la ingeniería con las ciencias básicas, las ciencias sociales y la tecnología.
- Relaciones específicas de la ingeniería con otras profesiones: economía, sociología, medicina, psicología, filosofía, computación, otras.
- Ética para ingeniería: desarrollo moral y deontología profesional.





Campos de acción de la ingeniería:

- Consultoría y asesoría.
- Diseño.
- Construcción.
- Supervisión e inspección.
- Docencia.
- Industria.
- Ventas.
- Investigación.
- Administración.

Adicionalmente, el MEC incluye una descripción de las tareas propias de la profesión de ingeniería y la manera como en la disciplina suele hacerse investigación/diseño: el método de la ingeniería (Krick, 1995):

- Comprensión de un problema por resolver.
- Formulación del problema.
- Análisis del problema.
- Investigación.
- Decisión.
- Especificación.
- Solución completamente especificada.

Otro de los aspectos que incluye el conjunto de conocimientos a adquirir está relacionado con las especialidades de la profesión de ingeniería. Para cualquiera de las 9 especialidades que se dictan en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, se deberá especificar:

- Descripción: ¿Qué es?; aspectos históricos de la profesión; condiciones típicas de trabajo; demanda laboral y condiciones econó-





Carlos Enrique Zerpa

micas del mercado de la especialidad; formación académica en la UCV y *pensum* de estudios.

- Actividades propias del ejercicio profesional: tareas específicas y ejemplos de trabajos/obras.
- Perfil de competencias: técnicas, personales y de participación.
- Aspectos éticos del ejercicio profesional: niveles y esquemas de desarrollo moral; dilemas morales típicos de la especialidad.

b. Identificación de las dificultades para la adquisición de destrezas/conocimientos

En informática educativa es muy relevante anticiparse a los problemas que pudiera tener el público meta al que va dirigido un material educativo multimedia. En este sentido, el segundo aspecto para el desarrollo de la estrategia instruccional consiste en precisar cuáles son los posibles problemas a los que se enfrentaría una persona que utilizara el material multimedia. Cinco factores fueron considerados:

- Bajo nivel de comprensión de textos.
- Poco conocimiento del manejo de herramientas básicas de computación.
- Actitud negativa hacia los medios informáticos.
- Dificultad para leer textos en la pantalla del computador.
- Fatiga visual por exposición continua a la pantalla del computador.

Se prevé que la guía de ayuda electrónica del multimedia incorpore recomendaciones útiles para que el/la docente de aula pueda enfrentar estos obstáculos y generar estrategias para minimizar su impacto sobre el sistema de instrucción.





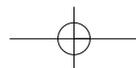
c. Definición de estrategias de aprendizaje

En este punto se consideró muy importante precisar conceptual y operacionalmente el tipo de estrategias de aprendizaje que favorecerán los procesos de adquisición, retención y recuperación en la memoria de los contenidos que se incorporen al material multimedia educativo.

Estrategias cognitivas de adquisición del conocimiento: según Puente, Poggioli y Navarro, 1995; Poggioli, 1998, las estrategias cognitivas utilizadas son:

- 1. Estrategias de ensayo:** implican practicar o repetir información para su codificación o registro a nivel de memoria semántica/memoria a largo plazo.
- 2. Estrategias de codificación:** promueven la atención hacia aspectos relevantes del material o la tarea; pueden conducir a representaciones elaboradas y significativas.
- 3. Estrategias de organización:** permiten transformar la información a otra forma más fácil de comprender y aprender. Implican agrupar u ordenar unidades de información con base en atributos o características comunes.
- 4. Activación del conocimiento base:** permite integrar la información nueva con la información anteriormente adquirida sobre el tema del material multimedia educativo.
- 5. Estrategias de elaboración:** actividades que permiten realizar alguna construcción simbólica sobre la información que se intenta aprender con el propósito de hacerla significativa.
- 6. Verbales:** parafrasear, resumir, crear analogías, hacer inferencias, extraer conclusiones, relacionar información nueva con información ya conocida; comparar y contrastar, establecer relaciones de causa-efecto; explicar lo aprendido a otras personas; hacer predicciones; verificar predicciones.





Carlos Enrique Zerpa

7. Estrategias de organización: permiten comprender, aprender, retener, evocar información contenida en textos una vez procesada y elaborada mediante otras estrategias.

8. Construir representaciones gráficas: esquemas (mentales) redes semánticas, esquemas, mapas de conceptos.

Estrategias cognitivas de estudio y ayudas anexas

Estrategias de estudio: según Puente, Poggioli y Navarro (1995) y Poggioli (1998), las estrategias de estudio son un conjunto de operaciones explícitas o implícitas que se realizan durante el proceso de estudiar. Permiten aprender información contenida en material en prosa; ayudan a prestar atención a aspectos importantes del material de estudio; facilitan la transferencia del material a la memoria a largo plazo.

- **Tomar notas:** apuntes a partir del texto.
- **Repasar:** releer la información generada por la toma de notas.
- **Resumir:** reescribir el material de estudio, parafraseando la información, incluyendo sólo la información importante y estableciendo relaciones entre las diferentes partes del material.
- **Ayudas anexas:** conjunto de directrices orientadoras que modifican la manera como la persona procesa la información y facilitan el aprendizaje y la retención; funcionan como material complementario al ofrecer información adicional a la que ofrece el texto; adicionalmente, modifican, desarrollan y mantienen el procesamiento efectivo del material de texto.
- **Preguntas anexas:** directriz que se le dicta a una persona para que examine el material instruccional o que le permite evocar el contenido del material a fin de que produzca alguna respuesta. Pueden estar ubicadas después del texto, cada cierto número de palabras o párrafos y convenientemente pueden redactarse para





generar procesos de comprensión literal, paráfrasis, aplicación e inferencia en función del nivel de profundidad del procesamiento que demanden. Así mismo pueden incluirse tanto de completación como de respuesta breve y selección simple.

Objetivos instruccionales: se trata de enunciados acerca de la naturaleza de la tarea de aprendizaje y de la cobertura del contenido a ser aprendido mientras se estudia un texto dado indicando el tipo de información que será evaluada y ayudando a identificar los aspectos de mayor relevancia del material escrito.

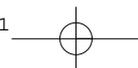
Organizadores previos: constituyen materiales en prosa o representaciones gráficas que se presentarán antes de una lección o material de lectura y que tienen como propósito crear una estructura de conocimiento que permita la inclusión de nueva información, creando relaciones entre esta y el conocimiento preexistente.

Ilustraciones: recursos gráficos que insertados en el material escrito facilitarán la comprensión y el aprendizaje de la información, su ampliación o clarificación y la focalización de la atención frente a los aspectos de mayor relevancia.

Estrategias metacognitivas: se trata de ciertas operaciones mentales que permiten la generación de conocimiento acerca de los propios recursos y procesos cognitivos y el control y la regulación de tales procesos (Mayor, Suengas y González, 1995).

Estrategias de metacompreensión: conocimiento, control y autorregulación del proceso lector. Se incorporará en función de un esquema de planificación (activación de conocimientos previos, formulación de objetivos y de un plan de acción para abordar el material), supervisión (monitoreo de la aproximación o alejamiento de la meta





Carlos Enrique Zerpa

y detección de los aspectos más relevantes del material así como de las dificultades de comprensión, el conocimiento de sus causas y la flexibilidad en el uso de las estrategias) y evaluación (de los resultados obtenidos y de la efectividad de las estrategias utilizadas).

d. Definición de habilidades de la persona competente:

Finalmente, los componentes que se incorporarán a la estrategia instruccional del MEC amerita añadir la referencia a un conjunto de habilidades que se supone debe poseer una persona que competentemente haya adquirido los conocimientos previstos en el diseño.

- Es capaz de analizar la información ocupacional de las especialidades de la carrera de ingeniería.
- Es capaz de analizar la información personal que provee el sistema.
- Es capaz de establecer relaciones entre la información de las especialidades de ingeniería y la información personal que le provee el sistema.
- Es capaz de evaluar la conveniencia de decidir vocacionalmente por alguna especialidad de la carrera de ingeniería.
- Es capaz de aplicar el conocimiento ético y moral, vinculado a la especialidad, a situaciones de la vida cotidiana.

3. Valoración del diseño

La tercera etapa del desarrollo del diseño de instrucción propuesto consiste en la formulación de una serie de objetivos instruccionales que guiarán la actividad que se quiere que realicen las personas que utilicen el material multimedia computarizado. Para ello, se siguió





la distinción que hace Anderson (1996) entre conocimiento declarativo y conocimiento procedimental en tanto los objetivos del MEC pueden ajustarse a tal esquema.

Objetivos declarativos de instrucción:

- Describir las diferentes especialidades de la carrera de ingeniería.
- Caracterizar a la profesión de ingeniería como ciclo de formación humana.
- Caracterizar a la profesión de ingeniería como área de desempeño profesional.
- Caracterizar el perfil de competencias que posee la persona egresada de cada una de las especialidades de la carrera de ingeniería.
- Caracterizar los aspectos éticos y morales del ejercicio de la profesión de ingeniería.
- Caracterizar el perfil de preferencias personales hacia la carrera de ingeniería.

Objetivos procedimentales de instrucción:

- Estimar el nivel de conocimientos que tiene un/a estudiante acerca de las diferentes especialidades de la carrera de ingeniería.
- Evaluar el nivel de conocimientos adquiridos por un/a estudiante acerca de las diferentes especialidades de la carrera de ingeniería.
- Explicar la naturaleza de las actividades propias del ejercicio profesional de las diferentes especialidades de la carrera de ingeniería.
- Analizar las competencias que requiere el ejercicio profesional de las diferentes especialidades de la carrera de ingeniería.
- Analizar situaciones morales y éticas propias del ejercicio de las diferentes especialidades de la carrera de ingeniería.
- Relacionar el perfil de competencias de las diferentes especialidades de la carrera de ingeniería con el perfil personal de preferencias vocacionales y aptitudinales.



- Elabora una reflexión personal acerca de la experiencia obtenida con el material instruccional.

4. Especificación de estrategias instruccionales y tácticas

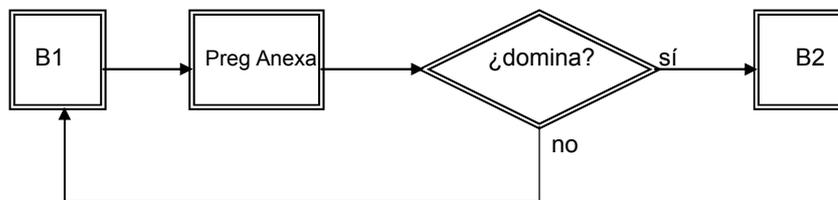
La cuarta etapa del diseño de instrucción explica cómo se impartirá efectivamente la instrucción a través del material multimedia computarizado. En este caso, SIVI 1.0 se presenta como un sistema basado en un conocimiento que incorpora algunos algoritmos útiles para la administración del programa cuya aplicación informática predominante es el lenguaje Visual Basic 6.0. y Macromedia Dreamweaver MX. La organización intrínseca de la estrategia instruccional se describe a continuación:

a. Presentación de contenidos: a través de una estrategia meta-comprensiva (antes, durante, después). La táctica instruccional supone que la instrucción estará bajo el control del instructor (el MEC); sólo se podrá avanzar hacia una nueva especialidad al alcanzar un criterio de dominio dado (momento de dominio dependiente de las respuestas a las preguntas anexas).

Para cada especialidad (dividida en bloques de contenido) se tendrá un algoritmo de evaluación (formativa) que decidirá si la persona requiere de instrucción remedial.

Gráfico 4.

Algoritmo de evaluación para el avance de un bloque de contenido a otro en SIVI 1.0.





Donde *BI* se corresponde con un bloque de contenido particular; *PregAnexa*, se refiere a un conjunto de ítemes de evaluación del bloque de contenido en cuestión (*BI*); *B2* se corresponde con el bloque de contenido siguiente que debe ser abordado por la persona usuaria si satisface al algoritmo de decisión representado en el rombo de la gráfico. Al alcanzar el último bloque de la última especialidad el sistema presentará una prueba de competencias personales para la profesión de ingeniería (ICPPI). Al finalizar el instrumento ICPPI el sistema presentará una prueba (de conocimiento de las especialidades) de salida.

5. Organización de contenidos

Una vez especificada la estrategia instruccional en la fase anterior, la siguiente etapa del diseño de instrucción consiste en precisar las interacciones o transacciones instruccionales que presentará el material multimedia computarizado a las personas usuarias. Cinco aspectos se consideraron para ello:

- a. Secciones (los componentes de contenido del material)
- b. Mecanismo de administración (la manera como se realizará la interacción entre la persona y la computadora)
- c. Localización inicial/criterios de avance (la especificación del criterio de dominio de los contenidos que condiciona el avance o recorrido por los hipervínculos de navegación).
- d. Retroalimentación (la forma como el sistema monitorea la ejecución y el avance de la persona usuaria del sistema).
- e. Motivación (el mensaje de apoyo que provee el sistema frente a las acciones de la persona usuaria y según el resultado de las interacciones con la computadora).



a. Secciones

- Prueba de entrada (diagnóstico sobre conocimiento previo de las especialidades).
- Instrumento de Preferencias Vocacionales para Ingeniería (IPVI).
- Especialidad 1: Ingeniería Civil.
- Especialidad 2: Ingeniería Mecánica.
- Especialidad 3: Ingeniería Eléctrica.
- Especialidad 4: Ingeniería Metalúrgica.
- Especialidad 5: Ingeniería Química.
- Especialidad 6: Ingeniería Geológica.
- Especialidad 7: Ingeniería Geofísica.
- Especialidad 8: Ingeniería de Minas.
- Especialidad 9: Ingeniería de Petróleo.
- Instrumento de Competencias Personales para la Profesión de Ingeniería (ICPPI: estimación de las competencias personales para la profesión).
- Prueba de salida (evaluación de los aprendizajes).

b. Mecanismo de administración

- 1) El modelo pedagógico provee retroalimentación acerca del conocimiento previo de la especialidad 1 que posee la persona usuaria.
- 2) El modelo pedagógico provee retroalimentación acerca de las preferencias vocacionales hacia la ingeniería inventariadas a través del Instrumento de **Preferencias Vocacionales para Ingeniería (IPVI)**.
- 3) El modelo pedagógico presenta información acerca de la profesión de ingeniería.
- 4) El modelo pedagógico formula preguntas preliminares vinculadas a los contenidos de la presentación de la profesión de ingeniería.
- 5) El modelo pedagógico selecciona una tarea de la especialidad 1 para ser presentada a la persona usuaria:

Formulación de n objetivos para el aprendizaje de contenidos.

Formulación de n preguntas preliminares de guía para buscar activamente información en el material.

- 6) La tarea es presentada e inicializada conforme a ciertos valores en un rango aceptable (número mínimo- número máximo).
- 7) La persona usuaria decide actuar según la exigencia de la tarea (ejecuta una acción directa) o solicita información para actuar.
- 8) El modelo pedagógico registra la ejecución de la persona usuaria y provee retroalimentación.
- 9) El modelo pedagógico solicita a la persona usuaria verificar repetidas veces, en la medida que aborde el contenido de la sección particular del multimedia, el resultado de 5.
- 10) El modelo pedagógico selecciona una tarea de la especialidad 1 para ser presentada a la persona usuaria.

Buscar información conforme al plan de lectura.

- 11) Ocurre 7.
- 12) El modelo pedagógico presenta nueva tarea a la persona usuaria.
- 13) Responder preguntas de monitoreo de la comprensión de la información.
- 14) Ocurre 7.
- 15) El modelo pedagógico presenta evaluación sumativa.
- 16) Ocurre 7.
- 17) El modelo pedagógico analiza la ejecución de la persona usuaria en la tarea 12 y procede de acuerdo a dos posibilidades:
- 18) Si el resultado se ajusta a un criterio mínimo de éxito ($e = \frac{N^{\circ} \text{respcorrecc}}{N^{\circ} \text{pregtot}}$)¹ provee un mensaje apropiado, almacena resultado en el sistema y avanza a 20.
- 19) Si el resultado es deficiente según el criterio mínimo de éxito, el sistema provee retroalimentación y reinicia administración en 9.
- 20) El modelo pedagógico provee retroalimentación acerca del conocimiento adquirido de la especialidad.

¹ $N^{\circ} \text{respcorrecc} = \text{Número de respuestas correctas} / N^{\circ} \text{pregtot} = \text{Número de preguntas totales}$



Carlos Enrique Zerpa

21) El modelo pedagógico inicia el mismo recorrido que siguió para la especialidad 1.

Así para las especialidades 3 a 9.

n) El modelo pedagógico solicita una reflexión personal sobre la experiencia de aprendizaje con el material digital.

n + 1) Ocurre 7.

n + 2) El modelo pedagógico presenta pantalla de cierre del proceso de instrucción.

c. Localización inicial y criterios de avance

Localización inicial para la exploración de las especialidades: 3.

Avance a especialidad 1: al responder 80% de las preguntas formuladas en 3 (preguntas de monitoreo).

Criterios de avance 1:

Si $R = 4/5$ entonces Avance.

Si $R \neq 4/5$ entonces Retrocede a “la profesión de ingeniería”.

Avance a especialidad n al responder 80% de preguntas de monitoreo

Criterios de avance 2:

Si $R = 8/10$ entonces Avance a especialidad n

Si $R \neq 8/10$ entonces Retroalimentación y regreso a inicio de especialidad cursada.

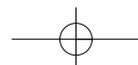
Avance a Módulo de Finalización: al cumplir con criterios de avance 1 a n (recorrido de todas las especialidades).

d. Retroalimentación/Motivación: será de dos tipos:

Tipo 1: condicionada la respuesta dada ante ítemes de monitoreo (+ ó -) de cada aspecto de contenido en el módulo de exploración de las especialidades; esencialmente extrínseca.

Estructura:

Si Σ respuestas \geq criterio de avance entonces “Nombre persona, lo estás haciendo bien; continúa adelante” <texto + sonido>.





Si Σ respuestas < criterio de avance *entonces* “Nombre persona, tu ejecución debe mejorar”.

entonces Mostrar respuestas erradas “No son las respuestas correctas a las preguntas x, y, z” *entonces* “Puedes hacerlo mejor; revisa tu plan de lectura, verifica los errores de procesamiento y haz nuevamente el recorrido por la especialidad conforme a un nuevo plan”.

Tipo 2: Asociada a las instrucciones para cada actividad. Esencialmente intrínseca sobre la base del interés por aprender sobre la profesión de ingeniería y sus especialidades.

“a continuación tendrás la oportunidad de aprender acerca de ...”

“el reto es que logres adquirir información sobre...”

6. Diseño de lecciones modelo y actividades de evaluación formativa, sumativa y autoevaluación

La siguiente fase o etapa del diseño de instrucción consiste en la conformación de la biblioteca de contenidos del material multimedia educativo y de la elaboración de cada una de las lecciones que lo conformarán. Esto implica seguir un modelo de desarrollo de una clase/lección a ejecutarse cuando se inicie la interacción/transacción con el sistema. Esto implica elaborar el siguiente modelo:

Modelo de lección especialidad n (análisis operacional): tipo de lección principal a ser utilizada/secuencia de eventos instruccionales.

Tipo de lección: nueva información/introducción de nuevo material.

Fase I. Planificación

Paso 1: solicitar a la persona que observe una figura del MEC, elegida por el sistema –Figura n; luego se le pide que asocie libremente lo



Carlos Enrique Zerpa

que se le ocurra a partir de la imagen expuesta; el individuo debe tomar nota en su cuaderno virtual de trabajo (documento de texto).

Paso 2: pedir al usuario que vincule su observación con la especialidad X objeto de estudio (de 1 a 14) y se le insta a que recuerde: 1) lo que sabe sobre lo que es; 2) el tipo de actividades que se realizan en ellas; y 3) las consecuencias de ejercer una práctica profesional inadecuada.

Paso 3: se le solicita que lea la introducción de la especialidad X a estudiar y que formule ciertas preguntas relacionadas con la especialidad que le gustaría responder en la medida que estudia el material multimedia y cinco objetivos que desea alcanzar al finalizar el estudio de la información acerca de la especialidad en cuestión (utilizando su cuaderno virtual de trabajo).

Paso 4: se presenta un esquema gráfico (mapa conceptual o red semántica) sobre la estructura del contenido del área de especialidad a estudiar con el material y se le pide que lo contraste con sus anotaciones (cuaderno virtual de trabajo), de forma tal que afine la estrategia de búsqueda activa de información con el material multimedia.

Fase II: Supervisión

Paso 5: se muestra información textual y gráfica (multimedia) y se le pide al usuario que explore libremente el material. Terminada la exploración libre sobre el tópico particular se le solicita responder a las preguntas de monitoreo y control de la comprensión que proveen retroalimentación tipo 1 (el sistema proveerá ayudas anexas y solicitará organizar y elaborar la información). Se repite el paso 5 según la extensión del contenido de información de cada especialidad ².

² Si la persona desea salir del sistema podrá hacerlo en cualquier momento. El sistema asignará un código aleatorio que pedirá a la persona usuaria cuando trabaje nuevamente con el material, iniciando el recorrido en el mismo punto donde interrumpió la transacción instruccional.



Fase III: Evaluación

Paso 6: se presenta una evaluación sumativa del contenido de la especialidad estudiada y se aplican criterios de avance lo cual dirige a la persona al inicio de la especialidad estudiada, repitiendo el recorrido (pasos del 1 al 6) o al estudio de la siguiente especialidad.

Paso 7: el sistema presenta pantalla de cierre del módulo de navegación en las especialidades y solicita a la persona que haga autoevaluación acerca de lo aprendido.

7. Desarrollo y evaluación

Finalmente, se desarrollará el material multimedia conforme al plan de diseño de las plataformas pedagógica (anteriormente descrita), tecnológica y comunicacional. La evaluación se realizará conforme a criterios específicos que se incluirán en un instrumento de evaluación del material educativo computarizado multimedia que responderá un grupo de expertos para su revisión y ajuste final. Para elaborar tal instrumento se tomarán como referencia los criterios formulados por Peñafiel (1993) y Díaz-Anton, Pérez, Grimán y Mendoza (2004) en relación con la pertinencia del material educativo computarizado conforme a los indicadores de estructura, contenido, interfaz, estrategia instruccional y características técnicas, entre otros.

Conclusiones

A través de dos formas de análisis (estructural de partes, de relaciones entre partes y operacional) en las secciones anteriores se puso en evidencia la compleja tarea de especificar cada uno de los componentes que constituyen el diseño de la instrucción en un material



Carlos Enrique Zerpa

educativo computarizado, en este caso, el proyecto SIVI 1.0. Es notorio el hecho de que se requiere pensar con detalle cada una de las tareas que supone el proceso de desarrollo de este tipo de materiales. En este caso, la especificación de cada componente y sub-componente del modelo de diseño de instrucción propuesto prescribe cursos particulares de acción que guían sistemáticamente el trabajo a realizar, conforme a un marco de referencia teórico particular: el enfoque de procesamiento de la información.

Desde la perspectiva del autor, el proceso se facilita cuando en un proyecto de este tipo se reúne un equipo cooperativo que, orientado a una meta común, aporta conocimientos desde la perspectiva profesional de cada persona involucrada y cuando existe claridad en el conjunto de acciones que deben implementarse y de las decisiones que deban tomarse. Esta orientación la provee, en definitiva, el modelo de diseño de instrucción empleado. De allí que sea necesario destacar la importancia que tiene el modelo de diseño seleccionado para cualquier proyecto de esta naturaleza; en otras palabras, la ventaja de la sistematización se materializa en un proceso de producción coherentemente vinculado en todas sus fases y del que sólo puede dar cuenta la selección del diseño de instrucción apropiado y adecuadamente operacionalizado de forma tal que esté al servicio de los objetivos pedagógicos que se persiguen.

Referencias

- Anderson, J. R. (1996). ACT: A simple theory of complex cognition. *American Psychologist*, 51, 355-365.
- Chacón, F. (1995). *Diseño instruccional para la educación a distancia*. Caracas: Universidad Nacional Abierta.
- Córdova, D. (2002). El diseño instruccional: dos tendencias y una transición esperada. *Docencia Universitaria*, 3 (1), 11-26.

- Díaz-Antón, G., Pérez, M., Grimán, A. y Mendoza, L. (s/f) *Instrumento de evaluación de software educativo bajo un enfoque sistemático*. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.lisi.usb.ve/publicaciones%5Cmosca.pdf> [Consulta: 2004, Julio 15].
- Fallad, J. (1999). Software Educativo para la Asignatura de Matemáticas 1 de Nivel Licenciatura. *Memorias del XV Simposio de la Sociedad Mexicana de Computación en la Educación*. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.somece.org.mx/memorias/1999/inditema.htm> [Consulta: 2004, Mayo 5].
- Galvis, A. H. (1992). *Ingeniería de software educativo*. Bogotá: Uniandes.
- Krick, E. V. (1995). *Introducción a la ingeniería y al diseño en la ingeniería*. México: Limusa.
- Mayor, J., Suengas, A. y González, J. (1995). *Estrategias metacognitivas: aprender a aprender y aprender a pensar*. Madrid: Síntesis.
- Merrill, D., Li, Z. y Jones, M. (1991). Second generation instructional design. *Educational Technology*, 30(1), February.
- Newby, T., Stepich, D., Lehman, J. y Russell, J. (1996). *Instructional technology for teaching and learning*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Peñafiel, A. F. (1993). Guía para evaluar paquetes de cómputo educativo. *Educación matemática*, 5(1), 58-72.
- Poggioli, L. (1997). *Estrategias de adquisición del conocimiento*. Caracas: Fundación Polar.
- Poggioli, L. (1997). *Estrategias de estudio y ayudas anexas*. Caracas: Fundación Polar.
- Poggioli, L. (1998). *Estrategias metacognoscitivas*. Caracas: Fundación Polar.
- Puente, A., Poggioli, L. y Navarro, A. (1995). *Psicología cognoscitiva: desarrollo y perspectivas*. Caracas: McGraw-Hill.

Carlos Enrique Zerpa

- Ríos, P. (2001). *La aventura de aprender* (3a. ed.). Caracas: Cognitus.
- Santana, G. (2002). An Instructional Model for Education over World Wide Web using Multi-Agent Systems. *Memorias del XVIII Simposio de la Sociedad Mexicana de Computación en la Educación*. [Documento en línea]. Disponible:<http://www.somece.org.mx/memorias/2002/temas.htm> [Consulta: 2004, Mayo 5].
- Smith, P. y Ragan, T. (1993). *Instructional design*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Smith, P. y Ragan, T. (1999). *Instructional design*. (2a. ed.). New Jersey: Wiley & sons.
- Venezky, R. y Osin, L. (1991). *The intelligent design of computer-assisted instruction*. New York: Longman.
- Zerpa, C. E. y Ramírez, J. (en imprenta) (2004). Proyecto de información ocupacional para estudiantes de ingeniería: una propuesta de desarrollo en ingeniería de software educativo. *Revista de la Facultad de Ingeniería UCV*.