

# **Desarrollo de un sistema computacional para el mejoramiento de la comprensión de los aspectos teóricos de Geometría Descriptiva**

**Jorge L. Calderón Salcedo**

Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, [jorgelcs@ula.ve](mailto:jorgelcs@ula.ve)

## **RESUMEN**

En este trabajo se reseña el proceso de desarrollo de una aplicación informática que tiene como propósito contribuir con el mejoramiento de la comprensión de los aspectos conceptuales y procedimentales de la Geometría Descriptiva, a través de la visualización de modelos geométricos tridimensionales - estáticos y animados - embebidos en una presentación de contenidos acompañada de ejercicios y evaluaciones, todo ello respondiendo a un cuidadoso diseño instruccional. El software, que tiene por nombre SISREP 1.0, está dirigido a los estudiantes del primer semestre de las carreras de ingeniería de la Universidad de Los Andes (ULA) que cursan la asignatura Sistemas de Representación 10, como apoyo en las clases presenciales y como material auxiliar para el repaso en el hogar. Su contenido, en la primera versión, abarca los temas Generalidades, Proyecciones del Punto y Proyecciones de la Recta y su desarrollo se encuentra en la fase de aplicación de una prueba piloto.

**Palabras claves:** Software educativo, diseño instruccional, Geometría Descriptiva, modelos geométricos 3D.

## **ABSTRACT**

This paper describes the process of development of a computer application which intended to contribute to improving the comprehension of the conceptual and procedural aspects of the Descriptive Geometry, through the visualization of geometric three-dimensional models (static and animated) included in a presentation of contents with exercises and evaluations, all responding to a careful design of instruction. The software, called SISREP 1.0, is aimed to students in the first semester of engineering in the Universidad de Los Andes (ULA), who study Systems of Representation 10, in support of classes and as auxiliary material for the revision in home. Its content, in the first version, includes General Topics, Projections of Point and Straight Line, and its development is in the implementation phase of a pilot test.

**Keywords:** Educational software, design of instruction, Descriptive Geometry, 3D geometric models.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La Geometría Descriptiva es una disciplina a través de la cual la realidad geométrica tridimensional es representada sobre superficies planas mediante el uso de los denominados Sistemas de Representación (Osers et al, 2006). Para que la persona dedicada al estudio de esta área de conocimiento – fundamentalmente los estudiantes de ingeniería, arquitectura y diseño gráfico – logre ese cometido es imprescindible un buen nivel de comprensión de los aspectos teóricos involucrados, óptima capacidad de visualización del espacio tridimensional y dominio suficiente de los procedimientos inherentes a la asignatura.

A través del uso del computador, es posible facilitar la representación gráfica, permitiendo además la interactividad con el alumno que recibe la información y genera el conocimiento en su sistema cognitivo. La informática permite simular procesos complejos y potencia el trabajo independiente, al tiempo que reduce el tiempo empleado para la presentación de objetos gráficos.

En los últimos años se han producido múltiples recursos computacionales para el apoyo de la enseñanza de Geometría Descriptiva en el ámbito iberoamericano, incluso disponibles a través de Internet. Uno de ellos es

“Vistas”, un sitio web ([http://www.isftic.mepsyd.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2002/geometria\\_vistas/](http://www.isftic.mepsyd.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2002/geometria_vistas/)) cuyo principal objetivo es introducir al estudiante en la asignatura, presentando animaciones y ejercicios referentes a la construcción de las vistas ortogonales de un sólido (Cuadrado, 2002). “Hypergeo”, es una página web desarrollada en la Universidade Estadual Paulista (como “libro electrónico”, el cual contiene información básica acompañada de gráficos y algunas animaciones; disponible en <http://www2.fc.unesp.br/nucleos/multimeios/cursos/hypergeo/>). Destaca también el “Tutorial de Geometría Descriptiva” desarrollado por el Profesor Alberto Pérez García en la Universidad de Los Andes, disponible también en la red como libro electrónico en el site <http://www.webdelprofesor.ula.ve/nucleotrujillo/alperez/>. (Pérez, 2003).

Otros trabajos constituyen importantes aportes como herramientas para el dibujo a través del computador. Tal es el caso del programa Procecad®, desarrollado en Venezuela por el Ingeniero Iván Padrón a manera de asistente de dibujo computarizado, el cual opera mediante la ejecución secuencial de procedimientos, resultando de suma utilidad para la elaboración de ejemplos y ejercicios. En el site <http://www.procecad.com> se encuentra disponible una versión de prueba del software, una guía de teoría y ejercicios resueltos. En esa misma dirección apunta la aplicación Descriptive Geometry®, desarrollado en la República Checa por Petr Plavjanick. La versión más reciente fue lanzada en 2006 y se encuentra disponible (en modo de prueba) en <http://dg.vidivici.cz/dg/dge.html>.

Un elemento común a los productos arriba señalados es su debilidad en cuanto al soporte desde el punto de vista didáctico, el cual consiste en el análisis de las necesidades educativas y el diseño instruccional del material formativo objeto del aprendizaje del alumno. Por otra parte, no está clara la metodología empleada por los autores en lo que al desarrollo del software se refiere.

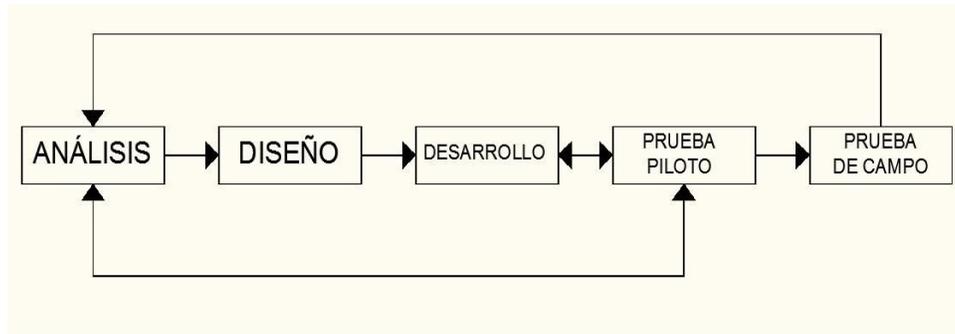
En lo que respecta al ámbito geográfico específico en el que se ha llevado a cabo este trabajo, se plantea la siguiente situación: en la actualidad, el método didáctico empleado por los profesores del área de Sistemas de Representación en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes, es el de exposición y práctica, empleando como recursos fundamentales el pizarrón, tiza o marcador (en el caso del profesor) y láminas e instrumentos de dibujo técnico (en el caso de los estudiantes). Bajo este esquema, la efectividad de los elementos gráficos presentados, tanto espaciales como bidimensionales, depende de la destreza del docente como dibujante y de la habilidad del estudiante para captar el dinamismo propio de los contenidos a partir de figuras estáticas. Y, dado que el dominio de las bases teóricas es condición sine qua non para la comprensión y correcta ejecución de los problemas geométricos, se tiene que el rendimiento académico en las asignaturas del área es tal que aproximadamente la mitad de las personas que inscriben la asignatura Sistemas de Representación 10 logran aprobarla.

Ante esta realidad, se plantea el desarrollo de una herramienta computacional que permita al docente mostrar el contenido acompañado de un material gráfico (estático y animado) de alta calidad y que, al mismo tiempo, ofrezca al alumno un instrumento para el repaso de los aspectos teóricos tratados y la posibilidad de ejercitación guiada y autoevaluación. Eventualmente, la herramienta desarrollada permitiría también apoyar cursos a distancia implementados en plataformas electrónicas de aprendizaje, ya que la presentación de los contenidos y las actividades a ser ejecutadas por el estudiante obedecen a un diseño instruccional bien fundamentado.

## 2. METODOLOGÍA

El proceso de desarrollo del software SSISREP 1.0 se enmarca en la metodología creada por Galvis (Galvis, 1992), la cual considera aspectos educativos, comunicacionales y computacionales de forma integrada, de tal forma que atiende a las tres aristas fundamentales a ser tomadas en cuenta en la ingeniería de software educativo. La propuesta metodológica (denominada Modelo Sistemático para selección o desarrollo de materiales educativos computarizados) conserva básicamente las etapas generales de un proceso sistemático para el desarrollo de software: análisis, diseño, desarrollo, prueba y ajuste e implementación. Sin embargo, Galvis hace énfasis en los siguientes tópicos: la solidez del análisis, el dominio de teorías de aprendizaje, la evaluación permanente y bajo criterios bien definidos (a lo largo de todo el proceso) y la documentación adecuada y suficiente de lo que se realiza en cada una de las etapas.

La metodología de Galvis consta de cinco fases generales (el proyecto que se presenta en esta comunicación se encuentra en la fase número cuatro); cada una de ellas contempla a su vez una serie de actividades y procedimientos. La Figura 1 muestra un modelo gráfico del método.



**Figura 1: Modelo Sistemático para selección o desarrollo de materiales educativos computarizados propuesto por Galvis (Galvis, 1992)**

## 2.1. ANÁLISIS

El problema planteado en principio fue el bajo rendimiento de los estudiantes de ingeniería de la ULA en la asignatura Sistemas de Representación 10, generado por una estrategia didáctica poco apropiada para las características de la materia y la consecuente caída en la motivación del alumnado. Las principales carencias en los ambientes y actividades de aprendizaje actuales son las siguientes: Ausencia de una didáctica formal, validada y específica para el área de Geometría Descriptiva; carencia de recursos visuales dinámicos, ya que generalmente el docente hace uso exclusivo del pizarrón (los libros de texto y guías impresas solamente ofrecen imágenes estáticas); baja calidad en la resolución de los recursos gráficos estáticos que ofrecen los libros de texto y el docente a través del pizarrón; insuficiencia y falta de adecuación de las actividades que realiza el alumno en el contexto educativo correspondiente al área señalada.

En esta etapa del proceso de desarrollo se realizó una consulta a los profesores del área de Sistemas de Representación adscritos a la Escuela Básica de Ingeniería. Como resultado, se obtuvo un consenso en cuanto a la alta probabilidad de mejorar la comprensión de los conceptos y procedimientos propios de la asignatura Sistemas de Representación 10, así como la visión espacial, si se introduce en las clases una herramienta de apoyo basada en la informática que permita la presentación de gráficos y animaciones de alta calidad, un contenido apegado a un diseño instruccional claro y un conjunto de actividades y evaluaciones integradas de manera armónica en el diseño señalado. La herramienta en cuestión sería empleada por el docente como material de apoyo en la presentación de sus clases y como herramienta auxiliar para el alumno en el momento de la revisión y repaso de los temas.

## 2.2. DISEÑO

### 2.2.1. DEFINICIÓN DEL ENTORNO DE DISEÑO

Los elementos esenciales de este entorno son los siguientes:

- **Características de los destinatarios:** La población a la cual va dirigido el material instruccional corresponde a jóvenes con edades comprendidas entre 17 y 20 años, cursantes del primer semestre en la Facultad de Ingeniería de la ULA. Su nivel de instrucción es el de Bachiller (mención Ciencias en su mayoría) con una formación un tanto deficiente. En general, los estudiantes del primer semestre de Ingeniería guardan grandes expectativas en relación con las asignaturas que cursan. De manera específica, con respecto a Sistemas de Representación, ellos esperan adquirir las habilidades en la representación gráfica que todo ingeniero debe poseer y muestran un gran entusiasmo ante la idea de lograr ese objetivo. Sin embargo, al iniciar la asignatura, una buena parte de ellos pierde el interés debido a las razones señaladas en el punto anterior.

- **Área de Contenido y unidades de instrucción:** Contenidos de la asignatura Sistemas de Representación 10, específicamente Generalidades, Proyecciones del Punto y Proyecciones de la Recta en una primera versión.
  - **Problema que se pretende resolver:** El bajo nivel de comprensión de los aspectos teóricos de la asignatura por parte de un alto porcentaje de los estudiantes.
  - **Condiciones de uso del software:** Como herramienta para el estudio de los temas en el aula de clase (un alumno, un computador) y como herramienta de apoyo para el repaso de los estudiantes (en casa).
  - **Requerimientos técnicos:** CPU: Procesador Pentium IV de 1.5GHz, 512 MB de RAM, Tarjeta de Video, Tarjeta de Sonido, Monitor VGA, Teclado y Mouse estándar. Sistema Operativo: Windows 2000, XP, Vista. Navegador. Conexión a Internet.
- 2.2.2.DISEÑO EDUCATIVO

Una vez establecido el entorno, se acometió el tema del diseño educativo iniciando por la formulación de los objetivos siguiendo la metodología de Mager (Mager, 1961). El diseño instruccional resultante, con todo el contenido temático y las actividades, fue plasmado en un documento a fin de alimentar las fases subsiguientes.

- **Objetivo General:** Mejorar la comprensión de los conceptos y procedimientos referentes a los elementos geométricos básicos y su representación en el Sistema Diédrico.
- **Objetivos Específicos**
  - Identificar los elementos que conforman un Sistema de Proyección, a través de la visualización de esquemas y representaciones gráficas.
  - Clasificar los Sistemas de Proyección, mediante el análisis y comparación de imágenes 3D.
  - Identificar las características y reglas básicas del Sistema Diédrico o de Monge, a través de la visualización de gráficas 3D y animaciones.
  - Enunciar el concepto de punto como elemento geométrico abstracto
  - Identificar la cota y el vuelo, a través de la visualización de ejemplos de representación de diferentes puntos.
  - Identificar las distintas posiciones del punto en el espacio mediante la observación diferentes ejemplos de representación.
  - Identificar las características de las proyecciones diédricas de la recta en posiciones notables, mediante la observación de imágenes y animaciones.
  - Identificar el verdadero tamaño de un segmento de recta en posición notable y los ángulos que forma con los planos de proyección del Sistema Diédrico.
  - Identificar las proyecciones de los puntos de traza de una recta en posición notable.
  - Identificar las características de las proyecciones diédricas de la recta en posición accidental, mediante la observación de imágenes y animaciones.
  - Identificar las proyecciones de los puntos de traza de una recta en posición accidental.
  - Determinar el verdadero tamaño y los ángulos de un segmento de recta en posición accidental mediante la aplicación del Método de Abatimiento.

Definidos los objetivos instruccionales, se procedió a la selección del modelo instruccional, tomándose el Modelo de Enseñanza directa reseñado por Eggen y Kauchak (Eggen y Kauchak, 1996). El modelo empleado consta de cuatro etapas, las cuales se describen a continuación.

- **Introducción:** En esta fase se presenta una visión general del contenido acompañada de los objetivos instruccionales específicos de la sesión de clase. Al mismo tiempo, se establecen conexiones entre el nuevo saber y los conocimientos previos del estudiante, fomentando el componente motivacional mediante la presentación de ejemplos cotidianos.
- **Presentación:** El nuevo tema de estudio de la sesión es presentado empleando diferentes estrategias (Poggioli, 2007): mapas conceptuales, gráficos y animaciones explicadas, tablas resúmenes, modelizado de procedimientos, todo orientado a potenciar los procesos cognitivos y a fortalecer lazos entre ideas y conceptos, haciendo énfasis en la visualización de las proyecciones de los objetos en tres dimensiones y la

construcción de la realidad espacial a partir de información bidimensional. La secuencia de los contenidos es lineal, de acuerdo con la estructura programática de la asignatura.

- **Práctica Guiada:** Se pide al estudiante que realice una serie de actividades orientadas a reforzar la comprensión del tema tratado. Estas actividades incluyen resolución de cuestionarios con preguntas de selección múltiple, compleción de mapas conceptuales, apareamiento de palabras e imágenes. En cada ejercicio, el sistema computacional provee de ayudas, mensajes formativos de error y de acierto, pistas, etc., a fin de asistir al alumno en su trabajo.
- **Práctica independiente:** En esta fase – denominada “Práctica Evaluada” en el software – se pide al estudiante que realice actividades similares a las realizadas en la fase anterior, con la salvedad de que el sistema no provee de ayudas y sólo permite una oportunidad. La calificación del desempeño es almacenada en una base de datos accesible en línea por parte del docente.

### 2.2.3. DISEÑO COMPUTACIONAL Y DE INTERFAZ

El diseño computacional y de la interfaz humano-máquina de la herramienta se llevó a cabo una vez realizado el diseño educacional, ya que éste genera una serie de requerimientos funcionales y no funcionales que deben ser cumplidos. Tales requerimientos fueron plasmados en un documento de análisis junto con la definición y representación de los posibles casos de uso.

A continuación se listan algunos de los requerimientos funcionales:

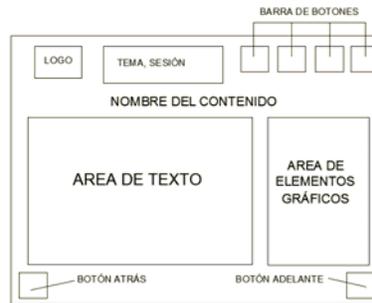
- El sistema debe permitir el registro de los usuarios Alumnos por parte del usuario Docente, guardando la información en una base de datos.
- El sistema debe permitir al usuario Alumno introducir sus datos para ejecutar el sistema. Éste debe autenticar la información introducida comparándola con el registro realizado por el usuario Docente.
- El sistema permitirá al usuario Alumno el acceso a un Capítulo, Tema o Sesión siempre y cuando haya realizado todas las actividades del Capítulo, Tema o Sesión anterior.
- Dentro de una Sesión, el sistema permitirá al usuario alumno pasar a la Práctica Guiada siempre y cuando haya visto todas las pantallas del Contenido correspondiente.
- Dentro de una Sesión, el sistema permitirá al usuario Alumno pasar a la Evaluación siempre y cuando haya realizado todas las actividades presentadas en la Práctica Guiada.
- Las actividades de una Práctica Guiada podrán ser ejecutadas por el usuario Alumno más de una vez (ilimitado). Las actividades de una Evaluación podrán ser ejecutadas por el usuario Alumno sólo una vez.
- En las actividades de Práctica Guiada, el sistema deberá comparar la información introducida por el usuario Alumno con la correspondiente información correcta, emitiendo mensajes acerca del desempeño de dicho usuario.
- En las actividades de Evaluación, el sistema deberá comparar la información introducida por el usuario Alumno con la correspondiente información correcta. Una vez finalizadas dichas actividades, el sistema calculará la calificación y la almacenará en la base de datos.
- El sistema debe permitir al usuario Docente introducir sus datos para ejecutar el sistema. Éste debe autenticar la información introducida comparándola con el registro de Docentes.
- El sistema permitirá al usuario Alumno ver sus calificaciones.

A continuación se listan algunos de los requerimientos no funcionales:

- El contenido de cada pantalla debe tener una densidad moderada, de tal forma que el usuario no requiera (en la medida de lo posible) el empleo de barras de desplazamiento verticales.
- El sistema contará con una ayuda bien documentada para el alumno.
- El sistema contará con un glosario de términos
- La estructura de la asignatura contenida en el sistema será: Capítulos, Temas y Sesiones.
- El sistema debe contener un calendario con eventos importantes.
- En el diseño de la interfaz del sistema debe predominar el color azul (en diferentes tonos) y el blanco.
- En las diferentes pantallas de contenido, práctica y evaluaciones, el texto se ubicará a la izquierda y las imágenes y/o animaciones, en la parte derecha.

## 2.2.4. PREPARACIÓN Y REVISIÓN DE PROTOTIPO

A partir de los requerimientos señalados se procedió a la diagramación de maquetas (Fig. 2) y bosquejos, selección de fuentes, colores e iconografía para cada uno de los ambientes a desarrollar. Se definieron también las acciones asociadas a eventos y a elementos de navegación. Todo ello dio origen al primer prototipo.



**Figura 2: Ejemplo de maqueta empleada en el diseño de la interfaz**

Seguidamente, se procedió a realizar un proceso equivalente al anterior pero en el computador, seleccionando para ello la herramienta PowerPoint®. El resultado es un modelo que cumple con los requerimientos de interfaz y con algunas de las funcionalidades en cuanto a navegación, como complemento del modelo de papel. La revisión de este segundo prototipo por parte del autor (quien fungió como diseñador instruccional, programador y experto en la materia) y de personas ajenas al proyecto con experiencia en diferentes áreas, permitió realizar los ajustes pertinentes.

## 2.3. DESARROLLO

### 2.3.1. ESTRATEGIA DE DESARROLLO

El papel de experto en informática fue asumido por el autor de esta comunicación, a partir de su experiencia en programación estructurada y del conocimiento de la herramienta de autor orientada a objetos Neobook®, la cual, si bien está orientada a la producción de libros electrónicos, posee potencialidades que permiten su uso en el desarrollo de software educativo, como manejo de bases de datos, manejo de imágenes estáticas (dibujos, diagramas, fotografías), animaciones (filmaciones, animaciones computarizadas), textos de cualquier tipo y sonido. Asimismo, ofrece la posibilidad de otorgar a los elementos mencionados acciones mediante una codificación muy sencilla y en forma interactiva. Por otra parte, Neobook® genera archivos ejecutables (.EXE) e instaladores (SETUP) de las aplicaciones desarrolladas de forma independiente.

### 2.3.2. DESARROLLO Y DOCUMENTACIÓN

El primer paso la etapa de desarrollo fue la construcción de las interfaces: de contenido, de práctica guiada, de práctica evaluada, glosario, ayuda, página del docente, etc., atendiendo a la pauta marcada por el prototipo. Luego, se definieron las bases de datos necesarias para el funcionamiento del sistema, a saber: *alumnos.dbf*, *practicas.dbf*, *eventos.dbf* y *restricción\_de\_sesiones.dbf*.

Seguidamente se procedió a insertar el texto, las imágenes y animaciones, éstas últimas desarrolladas previamente por el autor, en las pantallas de presentación de contenidos. El paso siguiente fue la codificación de las prácticas y evaluaciones insertando las acciones correspondientes, la navegación y los vínculos previstos en el prototipo. Durante esta etapa se fueron ajustando detalles no previstos en la elaboración de las maquetas de diseño en cuanto a funcionalidades e interfaz.

A fin de contar con la información necesaria en el momento de una futura modificación, el proceso de desarrollo fue cuidadosamente documentado: las variables y constantes definidas, algoritmos, archivos fuente, estructura general de datos y definición de cada una de las partes.

### 2.3.3. REVISIÓN DEL SOFTWARE MEDIANTE JUICIO DEL EXPERTOS

Una vez completada la fase desarrollo, el siguiente paso fue la realización de una prueba que consiste en la revisión y valoración de la versión preliminar del paquete, comparando con los documentos de análisis y de diseño. Esta prueba corrió a cargo de un conjunto de tres personas competentes en cada una de las disciplinas implicadas (diseñador instruccional, experto en informática y experto en Geometría Descriptiva) ajenas por completo al desarrollo previo del proyecto.

El instrumento empleado en la evaluación (Squires y McDogall, 2001) contempla una escala ordinal con cinco valores: Muy de Acuerdo (MA), De Acuerdo (A), En Desacuerdo (D), Total Desacuerdo (TD) y No es Aplicable (NA). Los aspectos evaluados son Contenido (tres indicadores), Calidad Instruccional (once indicadores) y Calidad Técnica (siete indicadores), incluyendo tres preguntas adicionales: “Describa los aspectos más positivos del software”, “Describa los aspectos más negativos del software” y “Describa el uso potencial del software en el aula”.

### 2.3.4. REVISIÓN UNO A UNO CON USUARIOS REPRESENTATIVOS

La siguiente prueba realizada al software tuvo por evaluadores a un conjunto de cinco estudiantes de la asignatura Sistemas de Representación 10 en el segundo semestre del año 2008. A este grupo se le pidió que trabajara con el programa recorriendo cada una de las secuencias que éste posibilita (casos de prueba), al tiempo que se tomaba nota de la fluidez de la navegación con el objetivo de encontrar posibles obstáculos o extravíos en la ruta de regreso a un determinado punto. De igual manera se les pidió opinión acerca de las características estéticas de la interfaz, de las fuentes empleadas y los elementos gráficos.

## 2.4. PRUEBA PILOTO DEL SOFTWARE

Esta es una prueba que se aplica al software con la finalidad de comprobar si cumple o no con el objetivo general enunciado y es la fase en la que se encuentra actualmente el proceso de desarrollo del programa SISREP 1.0. Ya se han realizado las actividades previas a la aplicación de la prueba, quedando pendientes el resto de las acciones para la continuación del proyecto a futuro. Seguidamente se presentan las actividades ya cumplidas que atañen a la prueba piloto.

### 2.4.1. DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

**Modelo de Prueba:** Para la implementación de la prueba piloto se ha tomado un modelo Cuasi-experimental con un Grupo Control (A) y un Grupo Experimental (B). El primero recibirá clases tradicionales expositivas empleando como recurso el pizarrón. El segundo contará con el software SISREP 1.0 como recurso para el estudio de los conceptos y procedimientos, guiado por el docente. Se aplicará la misma prueba final luego de cuatro sesiones de clases a cada uno de los dos grupos.

**Selección de muestras:** Cada grupo estará compuesto por quince (15) estudiantes, tomados al azar del grupo de cuatrocientos (400) estudiantes de nuevo ingreso para el semestre A-2009. Las muestras no son probabilísticas.

**Hipótesis de trabajo:** El empleo del software SISREP 1.0, como apoyo en las clases de Sistemas de Representación 10, mejora el nivel de comprensión de los conceptos y procedimientos referentes a los elementos geométricos básicos y su representación en el Sistema Diédrico.

**Variables:** Empleo del Software SISREP 1.0 y Comprensión de conceptos y procedimientos. La operacionalización de estas variables se muestra en la Tabla 1

**Tabla 1: Operacionalización de las variables de estudio en la prueba piloto**

Variable	Dimensión	Indicador	Escala				
Empleo del software SISREP 1.0	-	-	Si/No				
Comprensión de conceptos y procedimientos	Dominio de aspectos teóricos	El alumno enuncia conceptos de forma correcta	A	B	C	D	E
		El alumno identifica características de un concepto	A	B	C	D	E
		El alumno enuncia y enumera los pasos de un procedimiento	A	B	C	D	E
	Capacidad de relación 3D/2D	El alumno construye una representación 3D partiendo de información 2D	A	B	C	D	E
		El alumno construye proyecciones 2D partiendo de información 3D	A	B	C	D	E

**Recursos necesarios para la aplicación de la prueba:** *Humanos:* un profesor de la asignatura Sistemas de Representación 10 debidamente entrenado en el uso del software, un administrador del Laboratorio de Computación donde se llevarán a cabo las actividades del Grupo B y dos asistentes para apoyar al docente en la aplicación del instrumento de recolección de datos. *Informáticos:* un Laboratorio de Computación con al menos treinta (30) computadores operativos en los que se haya instalado previamente el software SISREP 1.0. *Logísticos:* fotocopiadora operativa para la reproducción de los instrumentos de recolección de información, una (1) resma de papel, sesenta (60) ejemplares del laminario de SR 10 y un salón de clases con capacidad de al menos treinta (30) asientos.

### 3. ESTRUCTURA GENERAL DEL SOFTWARE

La aplicación desarrollada consta de dos módulos principales: Módulo del Docente y Módulo del Alumno. A cada uno de ellos se accede una vez seleccionada la opción correspondiente en la Pantalla Inicial. El ingreso a cada módulo se realiza previa validación de los datos requeridos por el sistema: Nombre de Usuario y Clave de Acceso, para el caso del docente y Nombre de Usuario, Cédula de Identidad y Clave de Acceso, en el caso del estudiante (ver Fig. 3).



**Figura 3: Pantalla Inicial (a), Ingreso a Módulo del Docente (b) e Ingreso a Módulo del Alumno (c)**

#### 3.1. MÓDULO DEL DOCENTE

Una vez validados los datos del profesor, el sistema muestra una pantalla con el título “Página de Inicio del Docente”, en la cual aparecen una serie de botones acompañados de las leyendas “Registrar Alumno” (incluir datos de un alumno nuevo en el sistema), “Ver Calificaciones” (acceder a las notas de los exámenes parciales, promedio de prácticas evaluadas y definitiva), “Eliminar Alumno” (borrar información de un alumno del sistema), “Registrar Notas de Exámenes Parciales” (guardar las calificaciones de los exámenes parciales en el sistema) y “Agregar Evento al Calendario” (agregar al sistema información sobre una actividad importante). La activación de cada uno de esos botones lleva al usuario docente a la sección que se corresponde con la leyenda respectiva, ofreciendo en cada caso los formularios necesarios para la realización de cada una de las acciones señaladas. El sistema muestra, guarda o elimina, según sea el caso, la información requerida (ver Fig. 4).



Figura 4: Registro de Nuevo Alumno (a), Ver Calificaciones (b) Registro de Nuevo Evento (c)

### 3.2. MÓDULO DEL ALUMNO

Realizada la validación de los datos del estudiante, el sistema presenta una pantalla con el título “Página de Inicio del Alumno”. Desde allí, el usuario puede acceder a las secciones Calendario, Calificaciones, Ayuda y Glosario mediante la activación de los botones correspondientes ubicados en la parte superior derecha de la pantalla. En el centro, se ubican los botones de acceso a los temas indicando el contenido de cada uno de ellos (ver Fig. 5-a). Al activar el botón correspondiente a un tema, el sistema lleva al usuario al contenido secuencial correspondiente, siempre y cuando haya realizado la Práctica Evaluada del tema anterior. Una de las pantallas de contenido se muestra en la Figura 5-b.

Luego de la última pantalla de contenido de cada tema, el sistema propone al usuario alumno una serie de ejercicios en lo que se denomina “Práctica Guiada”. El software ofrece pistas y retroalimentación formativa de acuerdo con las respuestas provistas por el alumno, el cual tiene la posibilidad de realizar los ejercicios tantas veces como crea necesario. En la última pantalla de la Práctica Guiada aparece un botón que permite acceder a la sección de “Práctica Evaluada”, en la que el estudiante deberá realizar una serie de ejercicios sin contar con pistas ni retroalimentación. También se omiten los botones de acceso a la Ayuda y al Glosario (Fig. 5-c). Las calificaciones obtenidas por el alumno en la Práctica Evaluada son procesadas y almacenadas en la base de datos correspondiente.



Figura 5: Página de Inicio del Alumno (a), Pantalla de contenido (b) Pantalla de práctica evaluada (c)

## 4. RESULTADOS

Las observaciones hechas en las pruebas “uno a uno” con usuarios potenciales, condujeron a una nueva revisión del producto, la cual tuvo como consecuencia la modificación de algunas fuentes empleadas – sobre todo en cuanto a tamaño – y de la apariencia de algunos íconos y botones. No se observaron inconvenientes en cuanto a la navegación en los casos de prueba.

El resultado de la prueba a juicio de expertos, resultó ser favorable, logrando valoraciones MA y A en la gran mayoría de los indicadores de los tres evaluadores. No obstante, se llevó a cabo la subsiguiente revisión y modificación del programa en función de las debilidades apuntadas por los expertos.

## 5. CONCLUSIONES

Se ha presentado el proceso de desarrollo del software SISREP 1.0, concebido para el mejoramiento de la comprensión de los aspectos teóricos de la asignatura Sistemas de Representación 10, correspondiente al primer semestre en la Facultad de Ingeniería de la ULA. Dicho proceso consta de cinco fases, de acuerdo con la metodología seguida. En la actualidad el proyecto se encuentra en la cuarta etapa (aplicación de la Prueba Piloto).

Cada una de las actividades realizadas hasta esta parte han sido cuidadosamente documentadas a fin de facilitar futuras actualizaciones de la aplicación. Asimismo, la revisión se realizó de forma continua una vez culminado cada paso y tomando como elemento de comparación el documento correspondiente. En el proceso, se han atendido tres aspectos fundamentales previstos en la metodología empleada: aspecto educativo (contenidos y diseño instruccional), aspecto comunicacional (o de interfaz) y aspecto computacional. En la etapa de análisis, se realizó el correspondiente análisis de requerimientos educativos, incluyendo un cuidadoso diseño instruccional basado en el modelo de enseñanza directa.

En la etapa de diseño de la aplicación, se realizó un exhaustivo análisis de requerimientos funcionales y no funcionales, así como de los casos de uso generados en consecuencia. Adicionalmente, se realizó un prototipo preliminar en papel (maquetas) y uno en digital a fin de evaluar la navegabilidad y los aspectos estéticos y ergonómicos de la interfaz. El desarrollo de la aplicación se llevó a cabo empleando la herramienta de autor orientada a objetos Neobook®, debido a su gran facilidad de uso. Se crearon bases de datos para el almacenamiento de los datos generados en la interacción humano-máquina y se documentó la estructura de datos, las variables y constantes definidas, los algoritmos empleados, etc.

Los preparativos para la aplicación de la prueba piloto están a punto: se definió el tipo de prueba, las variables objeto de estudio, la muestra y la hipótesis de trabajo. Queda pendiente para el futuro inmediato el diseño del instrumento de recopilación de datos, la aplicación de la prueba y el análisis de resultados, para luego hacer los apuntes a que haya lugar y pasar a la fase de Prueba de Campo.

## REFERENCIAS

- Cuadrado, J.A.. (2002). *Laboratorios virtuales para el estudio de la Geometría*, <http://www.congresointernetenelaula.es/virtual/archivosexperiencias/20080516141139contribuciones.pdf>, 01/15/09. (fecha de acceso)
- Eggen, P. y Kauchak, D. (2001). *Estrategias Docentes. Enseñanza de Contenidos Curriculares y Desarrollo de Habilidades de Pensamiento*. 2º edición en español. Fondo de Cultura Económica, México.
- Galvis, A. (2002). *Ingeniería de software educativo*. Uniandes, Santa Fé de Bogotá.
- Mager, R. (1961). *Preparing Objectives for Programmed Instruction*. Fearon, Palo Alto, California.
- Osers, H., Osers, R., Osers T. y Osers, R. (1991). *Estudio de Geometría Descriptiva*, 13º edición. Torino, Caracas.
- Pérez, A. M. (2003.) *Diseño de un Material Didáctico Computarizado (MDC) para facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje de la Geometría Descriptiva*. Tesis de Maestría. Valera, Universidad Valle del Momboy (UVM).
- Poggioli, L. (2007). *Estrategias de Adquisición de Conocimiento*, 3º edición. Fundación Empresas Polar, Caracas.
- Squires D. y McDougall A. (2001). *Cómo elegir y utilizar software Educativo*. Morata Ediciones, España.

### ***Autorización y Renuncia***

*Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en los procedimientos de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito.*