

---

# Diseño y elaboración de un sistema multimedia sobre los estados y fases de la materia

Eduardo García Sánchez<sup>1</sup>, José Manuel Cervantes Viramontes<sup>1</sup>, Luis Eduardo Bañuelos García<sup>1</sup> y Verónica Torres Cosío<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica,  
Av. López Velarde 801, Col. Centro, Zacatecas, Zac., México, 98000.  
eduardogarciasanchez@gmail.com

---

## Resumen

En este trabajo, se desarrolló, verificó y validó un sistema multimedia sobre los estados y fases de la materia. La metodología que se siguió para la generación del software multimedia sobre los estados y fases de la materia fue MEDESME, cuyas etapas o fases permiten generar un sistema multimedia educativo de calidad. En las fases de concepto o pre-producción, análisis y diseño se efectuó el diseño instruccional, físico y comunicacional propuesto para la generación del sistema. A continuación, se desarrolló e implementó el sistema multimedia, permitiendo con esto llevar a cabo la verificación de la aplicación, encontrando que el sistema multimedia cumplía con los requerimientos planteados al inicio. Para llevar a cabo la verificación y validación, se efectuaron pruebas piloto, y después se validó el sistema multimedia al evaluar el entorno general, pedagógico y técnico/estético con base a los formatos propuestos por la Fundación Bolivariana de Informática y Telemática.

**Palabras clave**— Sistema Multimedia, Estados de Agregación, Desarrollo de Software

## I. Introducción

En virtud de la crisis económica que se vive en México, el gobierno ha ido disminuyendo el financiamiento a la educación superior, lo que conlleva que las universidades públicas no tengan los recursos suficientes para llevar a cabo sus actividades sustantivas. Varias de las necesidades que presentan dichas universidades es la cantidad, calidad y/o falta de equipamiento adecuado de sus laboratorios, los cuales, son

pilares estratégicos que apoyan y fortalecen las acciones propias de la docencia, la investigación y extensión que se llevan a cabo en ellos. Ante esto, surge en la actualidad la necesidad en las universidades públicas de solventar de alguna manera esta falta de equipamiento mediante soluciones alternativas.

Dado que existe un gran auge en el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's), estas se pueden aprovechar para poder generar aplicaciones multimedia que sirvan como prácticas de laboratorio virtuales y esto compense por un lado, la falta de equipamiento, y por otro, que favorezcan y faciliten los procesos de enseñanza-aprendizaje de las temáticas que se abordan en el ámbito educativo, dando como resultado en los alumnos un incremento en los niveles de percepción, atención, retención y asimilación de los contenidos, conocimientos y habilidades que deben adquirir durante su formación académica [1, 2].

En el Laboratorio de Química de la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica (UAIE) se carece de equipo de laboratorio que permita llevar a cabo todas las prácticas de laboratorio correspondientes a dicha materia, específicamente aquellas referentes a los temas relacionados a los estados y fases de la materia, por esta razón en este trabajo se tiene como objetivo generar un sistema multimedia educativo referente a este tema en particular y así describir todo el proceso de documentación que se debe seguir para generar un sistema multimedia educativo de calidad.

## II. Metodología

Tomando en consideración que en la actualidad existe una gran cantidad de metodologías reportadas en la literatura que difieren en sus fases y etapas, así como los subproductos generados en ellas [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]; en este trabajo se eligió la metodología MEDESME [10] para el desarrollo del sistema

multimedia, debido a que dicha metodología es una de las más completas, lo cual permitirá generar un sistema multimedia educativo de calidad. Dicha metodología comprende ocho fases: concepto o pre-producción, análisis, diseño, desarrollo, implementación, evaluación y validación del programa, producción y elaboración de material complementario. Los subproductos y la documentación de la aplicación de esta se describen en la Sección III.

Es importante mencionar que para llevar a cabo la generación de un sistema multimedia educativo de calidad, se requiere tener diferentes agentes implicados en una o varias etapas de la metodología, además de llevar a cabo todo un proceso de documentación que permita en su momento llevar a cabo el desarrollo, la verificación y validación del sistema, razón por la cual, desde el inicio de la generación del sistema multimedia se empiezan a generar resultados de cada una de las actividades.

### III. Resultados y Discusión

Para la generación del sistema multimedia, en la primera fase denominada concepto o pre-producción, se decidió generar un sistema multimedia para suplir la práctica de laboratorio referente a las propiedades físicas y químicas de la materia que no se podía llevar a cabo por falta de equipamiento. Los agentes implicados en la generación de dicho sistema multimedia fueron los autores de este trabajo, además, considerando que se contaban con todos los recursos y tiempo para el desarrollo del mismo, esto hizo posible que el proyecto de generación del sistema multimedia fuera viable y justificable.

En la fase de análisis se planteó como objetivo generar un sistema multimedia sobre los estados y fases de la materia, pero, para tener un sistema multimedia de calidad, este fue generado siguiendo la metodología MEDESME [10]. Los contenidos para dicho sistema multimedia son: las características y propiedades de los estados de la materia (sólido, líquido, gaseoso, plasma), las características y propiedades de las fases y mesofases (sólido amorfo, sólido cristalino, sólido plástico, nemático, colestérico, esméctico, discótico e isotrópico) así como sus transiciones de fase correspondientes, también se definió que tipo de elementos debían tener (imágenes, texto, audios, videos, botones y animaciones), así como las tareas y actividades de aprendizaje a realizar (cuestionario y simulador).

Además, para poder generar el sistema multimedia se debe considerar que procesos son esenciales para que el usuario estimule su aprendizaje, esto con base a las necesidades que presenta el usuario. Teniendo en cuenta lo anterior se consideró que el usuario pudiera realizar los siguientes procesos cognitivos: analizar, observar, identificar, comprender y memorizar, siendo estos requeridos para efectuar las tareas y actividades de aprendizaje del sistema multimedia, tomando en cuenta el perfil de los usuarios (alumnos de la UAIE que cursen la materia de Química y Laboratorio de Química). El entorno de aprendizaje en donde se instalará el sistema multimedia para su uso será en el Laboratorio de Cómputo de la UAIE, que cuenta con 100 computadoras con las características siguientes: Dell optiplex 755, Windows 7 y XP, 6Gb Ram, Pentium Dual Core E2160 1.9 Gb, Disco Duro de 160 Gb, Windows Media Player, Driver video Intel Q35 Express Chipsey, Red Gigabit Intel 82566 DM-2 y High Definition Audio.

En la fase de diseño se generó la ficha general en la cual se pueden plasmar las principales características del recurso didáctico, esto con la finalidad de que el usuario de forma rápida tenga una idea general del contenido (ver Tabla 1). Dentro de esta fase se presenta el diseño lógico que es una descripción de los requisitos funcionales del sistema, además se definen las características didácticas de la aplicación, las reglas y políticas específicas del entorno educativo y el enfoque a utilizar (inductivo, deductivo, aprendizaje por descubrimiento, etc.).

Para esta parte de la etapa de diseño, se generó la ficha técnica psicopedagógica, la cual comprende: los objetivos didácticos (generales y específicos) propuestos al generar elementos multimedia, tareas y actividades de aprendizaje (generar un simulador, archivos de texto, un cuestionario y video, que permitan analizar, observar, identificar, comprender, memorizar y evaluar el grado de conocimientos adquiridos sobre los estados y fases de la materia), los conocimientos que deben ser adquiridos con el sistema, y la forma de evaluación con base a las variables de medición (calificación generada al efectuar el cuestionario).

Otra parte importante dentro de esta etapa de diseño es el diseño funcional, en el cual se define la función instructiva y pedagógica para la que está destinada la aplicación, esto permite darle sentido al objetivo del producto que debe ser funcional para el usuario final y los requerimientos del cliente. Para ello se generó la ficha educativa-técnica la cual consta de la siguiente información: título del recurso, a quién está dirigido, requerimientos técnicos, los contenidos, nivel educativo (licenciatura, aunque puede ser implementado en secundaria y preparatoria), la metodología (se planteó una pequeña sesión para entrega de material adicional, una explicación del funcionamiento del sistema multimedia y del diagrama de análisis de tareas, descrito más adelante en este trabajo, la aplicación del sistema multimedia y la evaluación del mismo) y los autores del sistema multimedia.

En la fase de diseño se definió de manera gráfica la estructura del sistema multimedia en la cual se deben cumplir con los objetivos didácticos, los elementos multimedia, contenidos y las tareas y actividades de aprendizaje.

Para ello se generó el storyboard (ver Figura 1) que muestra el conjunto de las ilustraciones y anotaciones propuestas que fueron utilizadas para el diseño del sistema multimedia y que permite tener una guía para comprender la secuencia y estructura del sistema a generar, dando con esto, una idea inicial de los elementos que se requiere para generar el diseño de la interfaz, describiendo la ubicación de los elementos en las escenas que serán incorporados, así como la distribución de los botones, pantallas de menú y la localización de las imágenes.

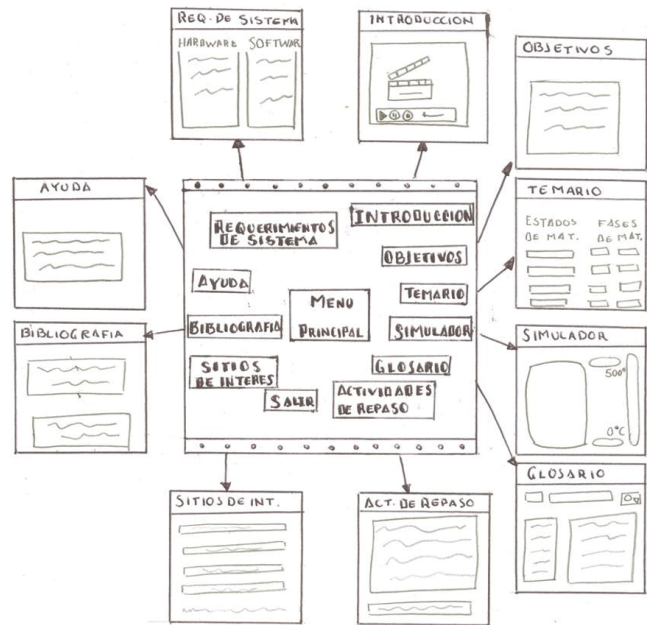
Por otro lado, en el esquema o diagrama de navegación (ver Figura 2) se visualiza la estructura y la descripción general de los contenidos correspondientes a los módulos que conforman el sistema multimedia. El mapa de navegación (ver Figura 3) representa todas las relaciones de jerarquía y secuencia presentes en el sistema, el diagrama de análisis y tareas (ver Figura 4) propone una secuencia de instrucción al usuario, para que este cumpla con los objetivos didácticos para los que fue diseñado el sistema.

Además se llevó a cabo el diseño de la interfaz, esto a tra-

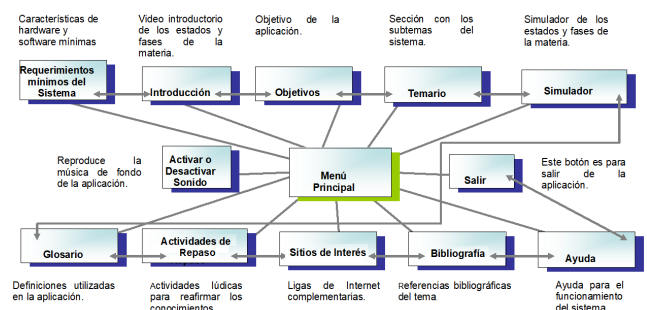
**Tabla 1:** Ficha General del sistema multimedia SIMEFAM

FICHA GENERAL	
Título del recurso	Sistema Multimedia SIMEFAM
Tipo de recurso	Software Multimedia Educativo
Área de conocimiento	Ciencias Básicas
A quién esta dirigido	Estudiantes nivel secundaria, preparatoria y licenciatura
Objetivo general	Rediseñar el sistema multimedia SIMEFAM siguiendo la metodología MEDESME de manera interactiva para que los usuarios puedan tener una mejor comprensión sobre el tema
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rediseñar un software que pueda ser utilizado para la enseñanza, aportando conocimientos básicos a los estudiantes de los niveles mencionados, referentes a los “Estados y fases de la materia”</li> <li>Hacer un diagnóstico de los elementos que contendrá dicha aplicación</li> <li>Utilizando las herramientas que ofrece Macromedia Flash Profesional 8, Macromedia Fireworks 8, Adobe Audition, Neobook 5.6.4, Shalom Help Maker v0.6.1, Astro Flash Creator y Compilador Microsoft Help Workshop</li> </ul>
Contenidos	<p>Una descripción de los estados y fases de la materia mediante apartados como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Introducción, Objetivos, Temario, Simulador, Glosario y Actividades de repaso</li> </ul>
Descripción del software	<p>El sistema multimedia SIMEFAM es una herramienta que aporta contenidos de los estados y fases de la materia en formato de texto, imágenes, video y audio. Cuenta con una herramienta para evaluar los conocimientos adquiridos, brinda ayuda en caso de ser necesaria, al final ofrece sitios web con contenido extra a los del sistema</p>

comprenderá el sistema multimedia (que son: de inicio, introducción, objetivos, temario, simulador, glosario, actividades de repaso, sitios de interés, bibliografía, ayuda, requerimientos mínimos del sistema), en las cuales se definieron las zonas de la pantalla, el significado de lo que el usuario deberá observar en dichas zonas, el nombre de la zona, el color y tipo de letra, y finalmente, se generó el diseño de los elementos de control, esto, definiendo las acciones que llevan a cabo cada uno de los botones y la descripción de cada uno de ellos, especificando su tamaño, forma, tipo de letra y color.



**Figura 1:** Storyboard del sistema multimedia referente a los estados y fases de la materia



**Figura 2:** Esquema o diagrama de navegación del sistema multimedia

En la etapa de diseño se llevó a cabo el diseño de la interfaz, en el cual se definió el aspecto de las pantallas que comprenden al sistema multimedia. En cada pantalla se describen las zonas de la pantalla y el significado de lo que el usuario debe observar en dichas zonas, el nombre de la zona, el color, etc. En la Figura 5 se puede apreciar la pantalla de inicio del sistema multimedia. Además, el sistema multimedia tiene las pantallas de: intro-

vés del diseño de cada una de las plantillas o pantallas que

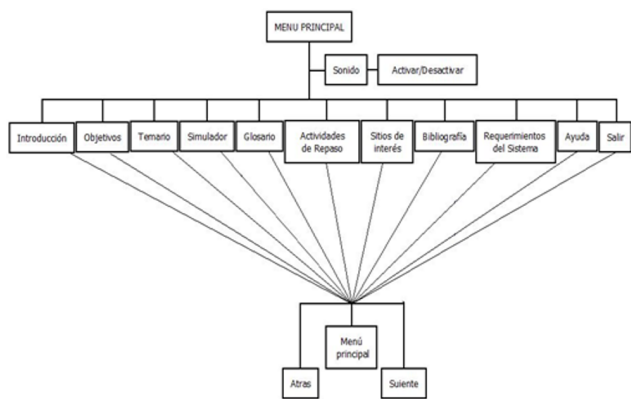


Figura 3: Mapa de navegación del sistema multimedia

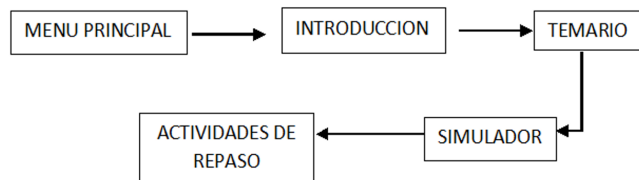


Figura 4: Diagrama de análisis de tareas del sistema multimedia

ducción, objetivos, temario, simulador, glosario, repaso, sitios de interés, ayuda, requerimientos del sistema y bibliografía. Adicionalmente, en la fase de diseño se llevó a cabo la fase de diseño comunicacional donde se describe la interfaz del usuario, la cual está definida inicialmente por la pantalla del ordenador, el espacio de trabajo en el ordenador que permite interactuar con el sistema multimedia (interfaz gráfica comunicacional). Para completar la interfaz del usuario se requiere adaptar el teclado y el ratón, estos permiten tener acceso a los controles de navegación y funcionalidad del sistema, al ser accionados con el clic izquierdo del ratón o en el teclado.

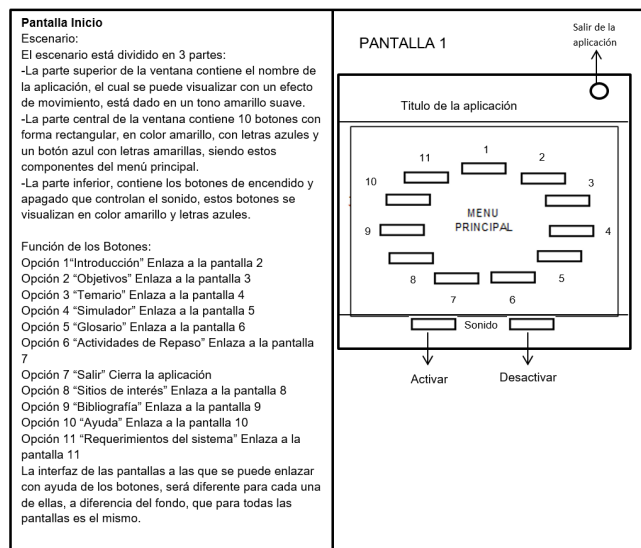


Figura 5: Pantalla de Inicio del Sistema Multimedia

Para llevar a cabo la exploración a través de los distintos nodos de la aplicación se consideró el uso de botones, los cuales deben tener sentido con respecto a las acciones que se efectuarán y sean entendidas de forma intuitiva por medio de su representación gráfica o por su texto. Además, se mantuvo su ubicación a lo largo de la aplicación, para conservar la homogeneidad y consistencia, facilitando con esto su ubicación por parte del usuario. La descripción y funcionalidad de cada uno de los botones que se presentan en la aplicación se puede apreciar en la Tabla 2.

Por otro lado, los colores utilizados en la aplicación fueron combinaciones de verde y naranja, y azul y amarillo. Para el uso de texto se utilizó la menor cantidad de letras en el contenido, el tipo de letra fue Times New Roman en tamaño 12 para una mejor comprensión de la lectura.

En la fase de desarrollo se seleccionó las herramientas de desarrollo Neobook 5.6.4, Astro Flash Creator, Macromedia Flash Professional 8, Macromedia Fireworks 8, Shalom Help Maker v0.6.1, Compilador Microsoft Help Workshop y Adobe Audition para generar el sistema multimedia. En esta fase se define el esqueleto de la aplicación a ensamblar en forma esquemática, organizada y artesanal, las estrategias de enseñanza con los elementos de instrucción y los recursos de presentación, y a cada uno de los elementos multimedia propuestos en la fase de análisis y diseño. Esto en base a las características, restricciones y compatibilidad (entre ellos y con el sistema operativo en el cual será instalado el sistema multimedia) que se requiere.

El producto final de esta fase fue la recopilación de la información de todos los objetos para construir un prototipo de la aplicación, también se generó un manual técnico que contiene cada una de las instrucciones que se requieren para la generación del sistema multimedia, y finalmente, en esta fase se crearon todos los elementos multimedia que fueron incorporados al sistema multimedia.

En la fase de implementación, en una primera etapa, se generó la versión preliminar del sistema multimedia referente a los estados y fases de la materia, la cual en etapas subsecuentes el sistema multimedia sufrió modificaciones con base a los errores detectados y a propuestas de modificación planteadas en la fase de verificación y validación, dicho proceso cíclico se llevó a cabo hasta que se tuvo la versión final del sistema multimedia referente a los estados y fases de la materia. En la Figura 6 se presenta únicamente la ventana principal del sistema multimedia referente a los estados y fases de la materia.

En la fase de evaluación y validación del programa, mediante pruebas piloto se encontraron algunos errores que fueron debidamente corregidos en la fase de implementación, después se validó el contenido y se procedió a evaluar el entorno general, pedagógico y técnico-estético en base a formatos propuestos por la Fundación Bolivariana de Informática y Telemática [11].

A continuación se presentan los resultados que se obtuvieron al comparar los elementos mínimos requeridos para elaborar software educativo. Para el caso del entorno general, aunque no son puntos irrelevantes, se puede comentar que faltó la identificación de cada página según un formato establecido, además del cumplimiento de las pautas del formato para tamaño de hojas, numeración de páginas, tipo y tamaño de fuente, sangría y extensión del título.

En lo que respecta al entorno pedagógico, la única consi-

**Tabla 2:** Descripción de los botones del sistema multimedia SIMEFAM

Tipo de Botón	Descripción de las acciones de los botones	Descripción de los botones
Botón de Texto	Botones para dar acceso a las actividades principales del sistema multimedia, para la pantalla “Principal”	Diez botones en forma rectangular en un tono color amarillo y letras azul fuerte
Botón de Texto	Botón que permite cerrar la aplicación, en la pantalla “Principal”	Un botón en forma rectangular en un tono color amarillo y letras azul fuerte
Botón de Texto	Botones que permiten activar o desactivar el sonido de fondo de la aplicación	Dos botones en forma rectangular en un tono color amarillo y letras azul fuerte
Texto e Imágenes	Botones propios de la plantilla del software que permiten minimizar, maximizar y cerrar la pantalla del sistema multimedia.	Botón que aparece en forma determinada del software en el que se genere el sistema multimedia
Imágen	Botones para reproducción de videos, para la pantalla “Introducción”	Botones que muestran imágenes universales de los diferentes controles para reproducción de video
Botón de Texto	Botones que permiten ir a la plantilla anterior o a la plantilla siguiente dentro de las actividades principales de la aplicación multimedia	Botón en forma rectangular en un tono color sepia, con bordes blancos y letras amarillas
Botón de Texto	Botón que permite ir al a plantilla principal correspondiente al menú principal, para las pantallas del menú principal	Botón en forma terminador en un tono gris trasparente y letras café
Botón de Texto	Botones que permiten ir a la plantillas estados o fases de la materia, para la pantalla “Temario”	Trece botones rectangulares tono transparente al fondo con letra color azul y roja alternadamente en los botones
Botón de Texto	Botones que aumentan y disminuyen la temperatura, para la plantilla “Simulador”	Botones con una combinación degradada de color azul y blanco, rojo y blanco en forma rectangular con las esquinas redondeadas, la letra en color amarillo con forma degradada
Botón de Texto	Botones para modificar y buscar palabras dentro del glosario	Botones rectangulares color azul con letras transparentes al fondo
Botón de Texto	Botón para iniciar cuestionario	Botón rectangular color transparente al fondo, letras en tono verde
Botón de Texto	Botones que permiten ir a los sitios de interes relacionados con el tema “Estados y Fases de la Materia”	Botones rectangulares tono transparente al fondo, letras en tono verde

deración fue que faltó la especificación sobre el conjunto de valores que se pretenden fomentar a través del recurso, y finalmente para el caso del entorno técnico-estético no se tuvieron omisiones con base a los elementos mínimos requeridos.

Con lo cual, se puede decir que el software multimedia cumple adecuadamente con los estándares fijados en este trabajo, además, se encontró que el software es muy fácil de usar y cumple con los objetivos para los que fue propuesto. Después se pasó a la fase de producción en la cual el sistema multimedia fue instalado en el Laboratorio de cómputo de la UAIE, finalmente, se llevó a cabo la fase de elaboración del material complementario, específicamente se generaron el manual de usuario y el manual o guía de actividades didácticas del sistema multimedia.

#### IV. Conclusiones

En este trabajo se generó un software multimedia referente a los estados y fases de la materia SIMEFAM, apegado a las necesidades, requerimientos y objetivos planteados en la práctica de laboratorio sobre las propiedades físicas y químicas de la materia que se debe llevar a cabo en la materia de Química y Laboratorio considerando estrategias que facilitarían al usuario un mayor aprendizaje. Dentro de estas se encuentran: analizar, observar, identificar, comprender y memorizar, generando con esto además un sistema multimedia usable que sea utilizada como una herramienta educativa alternativa para apoyar en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Las recomendaciones de las actividades que se tienen que llevar a cabo para el sistema multimedia es que:

- Se pueda evaluar si el sistema multimedia permite faci-



Figura 6: Ventana del Menú Principal del sistema multimedia

litar e incrementar los conocimientos adquiridos por los usuarios.

- Que dicha aplicación funcione para sistemas Android.
- Se pueda subir a la nube o en un repositorio institucional para que cualquier usuario pueda tener acceso a él desde cualquier ubicación.
- Efectuar el trámite de los Derechos de Autor del programa de cómputo correspondiente.

## Referencias

- [1] Gladys Benigni. «Una metodología orientada a objetos para la producción de software multimedia». En: *Saber* 16.1 (2004).
- [2] Eric J Braude. *Ingeniería de software*. Alfaomega, 2003.
- [3] A Galvis. *ingeniería de software educativo 2da edición Universidad de los andes ediciones UNIANDES*. 2000.
- [4] Ingrith Marcano y Gladys Benigni. «Análisis de alternativas metodológicas para el desarrollo de software educativo». En: *SABER. Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente* 26.3 (2014), págs. 297-304.
- [5] Pere Marques Graells. *Software educativo: guía de uso y metodología de diseño*. E. estel, 1995.
- [6] P Marquès. «Modelos de Desarrollo de MDCS». En: *La Metodología de Pere Marqués. Disponible en línea en: <http://www.peremarques.net/disdesa.htm> (Acceso 10.03. 2013)* (2005).
- [7] Marina Polo. «Aproximación a un Modelo de Diseño: ADITE». En: *Docencia Universitaria* 1.4 (2003), págs. 67-83.
- [8] R. S Pressman. *Ingeniería de software. Un enfoque práctico*. McGrawHill, 2010.
- [9] I Sommerville. *Ingeniería de software*. España: Pearson y Addison Wesley, 2007.
- [10] Eduardo García Sánchez y col. «Metodología para el desarrollo de software multimedia educativo MEDESME». En: *CPU-e. Revista de Investigación Educativa* 23 (2016), págs. 216-226.
- [11] Fundabit. *Orientaciones generales para la elaboración de recursos didácticos apoyados en las TIC's*. <http://cmappublic3.ihmc.us/rid=1N60C257X-22PR6F7-1777/OrientGralesElabRecDidacTIC.pdf>. 2006.