

# Implementación de la metodología MEDESME para el diseño del sistema multimedia SIME

Eduardo García Sánchez, Pilar Cecilia Godina González,  
Ana Lourdes Aracely Borrego Elías, Miguel Ángel García Sánchez,  
Francisco Javier Martínez Ruíz, Miguel Ángel Navarrete Sánchez

Universidad Autónoma de Zacatecas  
Ingeniería en Electrónica Industrial  
Av. Ramón López Velarde No. 801, Col. Centro, CP 98060, Zacatecas, Zac.

eduardogarciasanchez@gmail.com

**Resumen:** Este artículo describe el diseño de un sistema multimedia sobre los microscopios electrónico y óptico SIME. Para el proceso de generación del software, se aplicó la metodología para el desarrollo de software multimedia educativo MEDESME. Los agentes implicados para la generación del sistema multimedia SIME son los autores del presente artículo. Para la generación del sistema multimedia, se utilizó el software Adobe Flash Player 10. El software multimedia SIME se encuentra instalado en los equipos del Centro de Cómputo de la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”, y es utilizado por los alumnos que cursan la materia de Laboratorio de Química de la misma Unidad Académica.

**Palabras clave:** Software educativo, multimedia, diseño de programas.

**Abstract:** This article describes the design of a multimedia systems on the SIME electronic and optical microscopes. For the software generation process, the MEDESME educational multimedia software development methodology was applied. The agents involved for the generation of the SIME multimedia system are the authors of this article. For the generation of the multimedia system, the Adobe Flash Player 10 software was used. The SIME multimedia software is installed in the computers of the Computer Center of the Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica of the Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”, and it is used by students who study chemistry and laboratory.

**Keywords:** Educational software, multimedia, program design.

## 1. Introducción

En general, existe cada vez más una disminución gradual de recursos asignados al equipamiento y/o adquisición de material de laboratorio a las instituciones públicas en México, ante esto, el uso y generación de software multimedia educativo es una alternativa viable para complementar el proceso enseñanza-aprendizaje y la formación de los estudiantes en dichas instituciones de educación superior.

Para la generación de un sistema multimedia educativo debe tener características muy específicas, y para Mayer [1], las aplicaciones multimedia encierran dos componentes principales: la forma verbal que puede ser en texto impreso o texto hablado y la forma pictórica a través de gráficos estáticos, ilustraciones, diagramas, mapas y fotos, o bien el uso de gráficos dinámicos como la animación o el video. Además, Ushav y Sanjaya [2] agregan a la lista de los componentes de la multimedia el sonido, como la música y audios en general.

Por otro lado, de acuerdo con Gutiérrez [3], el uso de la multimedia en la educación, permite al alumno conseguir los conocimientos, destrezas y actitudes que son necesarios para: comunicarse utilizando distintos lenguajes y medios; desarrollar una autonomía personal y espíritu crítico que les ayudará para

formar una sociedad justa y multicultural donde se conviva con las innovaciones tecnológicas propias de cada época. Al incluir la multimedia en la educación, permite que tanto el docente como el alumno, al interesarse en ésta, descubran, investiguen y aprendan de una manera diferente y más atractiva. Así como también la posibilidad de que crean sus propios recursos multimedia con ayuda de las aplicaciones disponibles.

El objetivo principal del presente trabajo es la generación de un sistema multimedia sobre los microscopios electrónico y óptico para ser utilizado como apoyo didáctico en el Laboratorio de Química, de la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Autónoma de Zacatecas.

## 2. Marco teórico

En la literatura, existen una gran cantidad de metodologías para la generación de software multimedia educativo [4-8], sin embargo, en este trabajo se decidió utilizar la metodología MEDESME [9], ya que, a diferencia de las anteriores metodologías se describe mejor el proceso instruccional, el diseño y evaluación del diseño estructural, comunicacional y técnico/estético [10], además, se generan diversos documentos descriptivos del sistema multimedia, como son: la ficha general,

técnica psicopedagógica y educativa/técnica. En general, la metodología comprende las siguientes fases y etapas: concepto o pre-producción, análisis, diseño, desarrollo, implementación, evaluación y validación del programa, producción y elaboración del material complementario.

### 3. Metodología

La fase de concepto o pre-producción, comprende por un lado, la sección de introducción de este trabajo, en donde se detalla claramente la idea que motivo a la generación del sistema multimedia educativo, y por otro lado, se definen los agentes implicados (autores del presente trabajo) que fueron los responsables de generar y/o llevar a cabo cada una de las actividades descritas en la metodología MEDESME [9], además de determinar que el proyecto de generar la aplicación multimedia era viable y justificable.

En la tabla 1 se presenta una descripción general sobre el sistema multimedia, y en esta ficha general [10] se define el título del recurso, que tipo de recurso y en qué área del conocimiento está enmarcado. Adicionalmente, presenta información correspondiente a la fase de análisis, específicamente, se encuentra el objetivo general y los objetivos específicos de investigación, se especifican las características relevantes de los usuarios (perfil de usuario) y los contenidos temáticos presentes en el sistema. Finalmente, en la tabla 1 se da una descripción general del sistema, en la cual, se pueden apreciar implícitamente los tipos de elementos que debe presentar el sistema y que fueron definidos inicialmente en la fase de Análisis, que son: videos, imágenes, texto (archivos pdf), actividades interactivas y pistas de audio, también, se definen las tareas de aprendizaje o actividades interactivas presentes en el sistema (dos tipos de rompecabezas, un cuestionario y un lector de texto), dichas actividades fueron propuestas con base en las estrategias de aprendizaje planteadas en la fase de análisis, y que permitan estimular en los usuarios un aprendizaje significativo.

Para concluir con la fase de análisis, se definió que el entorno de aprendizaje para los usuarios fuera físicamente en el Centro de Cómputo de la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, con horarios pre establecidos con el docente de la materia y el encargado de dicho centro de cómputo, además, de verificar, que con base a los requerimientos técnicos que se requieren para utilizar el sistema, el sistema multimedia pueda trabajar adecuadamente. Las especificaciones que presenta el equipo de cómputo con el que cuenta el Centro de Cómputo de dicha Unidad Académica son: Dell optiplex 755, Windows 7 y XP, 2 Gb RAM, Pentium Dual Core E2160 1.9Gb, Disco duro de 160 Gb, Windows Media Player, Driver video Intel Q35 Express Chipset, Red Gigabit Intel 82566 DM-2 y High Definition Audio.

En la fase de diseño, además de la ficha general descrita anteriormente [10], se debe generar la ficha técnica psicopedagógica [11] que permite describir el diseño lógico del Sistema, que se puede apreciar en la tabla 2, la cual describe las

FICHA GENERAL	
Título del Recurso	Sistema multimedia sobre los microscopios electrónico y óptico (SIME)
Tipo de Recurso	Software Multimedia Educativo
Área de Conocimiento	Ingeniería y Tecnología Ciencias Básicas
Perfil de usuario	Estudiantes de nuevo ingreso de la Universidad Autónoma de Zacatecas, del programa de Ingeniería en Electrónica Industrial.
Objetivo General de Investigación	Diseñar y crear un sistema multimedia con el cual, los usuarios puedan interactuar y obtener una buena comprensión del tema “Funcionamiento de los microscopios electrónico y óptico”.
Objetivos específicos	-Diseñar un sistema multimedia interactivo, utilizando Adobe Flash Player 10, Adobe Audition, ActionScript 2.0, Clic 3.0, Macromedia Studio MX 2004 (Fireworks) y Macromedia Director MX 2004, Microsoft Office 2010 y Astro Flash Creator 2.0 para que el usuario tenga una mejor comprensión sobre los “microscopios electrónico y óptico”. -Diseñar un sistema multimedia interactivo que sea usable para el usuario.
Contenidos	-Descripción del Microscopio electrónico. -Funcionamiento del Microscopio Electrónico. -Mantenimiento del Microscopio Electrónico. -Aplicaciones del Microscopio Electrónico. -La Historia del Microscopio Electrónico. -Armado del Microscopio Electrónico.
Descripción general del software	El sistema multimedia SIME es una herramienta que permite reproducir videos con los contenidos mencionados anteriormente, presenta un cuestionario que permite evaluar la adquisición de conocimientos, además, lecturas de contenidos con diferentes voces, así como un video de introducción sobre el tema en particular. Finalmente, dos actividades lúdicas, una que consiste en armar un microscopio óptico con cada una de sus partes que lo componen, y otra, armar el rompecabezas de un microscopio óptico.
Requerimientos Técnicos de Usuario	Windows 98 y posteriores, memoria 256 RAM, 1 MHz de procesador, Códec de audio y video, Lector CD-ROM/DVD-ROM, altavoces o auriculares.

características didácticas que debe tener el sistema multimedia, además de los objetivos específicos didácticos del sistema multimedia SIME. En la sección de adquisición de conocimientos presente en dicha tabla, se menciona que el sistema SIME se fundamenta en la pedagogía constructivista y el aprendizaje que obtengan los usuarios se generará en base a la indagación que éstos lleven a cabo.

En la ficha técnico-psicopedagógica se presentan las tareas de aprendizaje, que permiten llevar a cabo una evaluación del usuario, que para el sistema multimedia SIME se refieren al cuestionario y a los dos tipos de rompecabezas, adicionalmente, se definen cuáles serían las variables de medición y se especifica la forma de evaluación.

**Tabla 1.** Ficha general del sistema multimedia SIME.

**Tabla 2.** Ficha técnica psicopedagógica del sistema multimedia SIME.

Sistema multimedia SIME	
<b>Objetivo General</b>	Diseñar y crear un sistema multimedia interactivo con el cual, los usuarios puedan interactuar y obtener una buena comprensión del tema “los microscopios electrónico y óptico”.
<b>Objetivos Específicos Didácticos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generar rompecabezas que permitan identificar, deducir, inferir, memorizar, experimentar y analizar cada uno de los componentes del microscopio óptico.</li> <li>- Generar un cuestionario que permita evaluar el grado de conocimientos adquiridos por los usuarios al interactuar con el sistema multimedia SIME.</li> <li>- Implementar en archivos pdf lectores de texto inmersos en los contenidos para potencializar el proceso enseñanza-aprendizaje de los usuarios y el usuario tengan una mejor comprensión del sistema multimedia SIME.</li> <li>- Implementar videos sobre el funcionamiento del microscopio electrónico, el mantenimiento del microscopio electrónico, las aplicaciones en donde se utiliza el microscopio electrónico, la historia del microscopio electrónico y como armar el microscopio electrónico, para complementar los conocimientos referentes al microscopio electrónico.</li> </ul>
<b>Conocimientos</b>	
En ésta ficha se presenta el sistema multimedia SIME, que se constituye como un ejemplo de cómo puede usarse la tecnología en la educación para fomentar la enseñanza y el aprendizaje basados en la indagación, la cual es esencial para el aprendizaje de los alumnos, ya que les permite resolver problemas reales en escenarios auténticos de aprendizaje, reduciendo la instrucción didáctica centrada en la memorización de datos fuera de contexto e incrementar el aprendizaje basado en la indagación que lleve a los alumnos a adquirir una comprensión más profunda sobre el tema de estudio. Adicionalmente, las herramientas cognitivas que permiten extender y amplificar los procesos cognitivos de los alumnos, como las computadoras y sus programas de software, pueden ayudarlos a resolver problemas al brindarles información, datos y oportunidades de colaborar, investigar y crear. Por lo anterior, el sistema multimedia interactivo SIME se fundamenta en la pedagogía constructivista.	
<b>Evaluación</b>	
-Cuestionario -Armar Rompecabezas	
<b>Variables de medición</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Calificación generada al efectuar el cuestionario.</li> <li>-Medición del tiempo al efectuar los rompecabezas y generación de una escala estadística de los usuarios para inferir determinadas habilidades cognitivas.</li> </ul>

Para complementar la información referente a la parte didáctica y pedagógica del sistema SIME, se debe generar también la ficha educativa-técnica (tabla 3) que corresponde a la etapa de diseño funcional, y que permite definir la función instructiva y pedagógica [11], en la cual, aparte de proporcionar el título de recurso, perfil de usuario y requerimientos técnicos del usuario, se menciona el nivel educativo al que va dirigido el sistema multimedia y los autores de la aplicación, también, se describen de manera general los contenidos y las tareas de aprendizaje que presenta el sistema SIME y una propuesta de metodología a seguir por el docente, definiendo con esto la estrategia de instrucción.

**Tabla 3.** Ficha educativa-técnica del sistema multimedia SIME

Nombre	Sistema multimedia sobre los microscopios electrónico y óptico (SIME)
Perfil de usuario	Estudiantes de nuevo ingreso de la Universidad Autónoma de Zacatecas, del programa de Ingeniería en Electrónica Industrial.
Requerimientos Técnicos de Usuario	Windows 98 y posteriores, memoria 256 RAM, 1 MHz de procesador, Códec de audio y video, Lector CD-ROM/DVD-ROM, altavoces o auriculares.
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se describe el funcionamiento, mantenimiento, aplicaciones, historia y cómo armar un microscopio electrónico a través de un archivo pdf y diversos videos referentes al tema del microscopio electrónico.</li> <li>-El sistema contempla dos tipos de rompecabezas para ayudar a memorizar las partes y la estructura del microscopio óptico.</li> </ul>
Nivel Educativo	Licenciatura (También pueden ser considerados el nivel de secundaria y de bachillerato)
Metodología	Se requiere que el docente y los estudiantes hayan efectuado una pequeña sesión presencial, en la cual, se hayan descrito las partes del microscopio óptico. Aunque, se puede dejar como un trabajo de investigación para el estudiante. Para efectuar las actividades didácticas utilizando el sistema multimedia, se debe considerar la secuencia lógica o secuencias alternativas de instrucción que permitan lograr el objetivo general, las cuales pueden ser definidas por el docente. Aunque, de manera tentativa, se puede utilizar el diagrama de análisis de tareas que será descrito más adelante.
Autores	Eduardo García Sánchez Pilar Cecilia Godina González Ana Lourdes Aracely Borrego Elías Miguel Ángel García Sánchez Francisco Javier Martínez Ruíz Miguel Ángel Navarrete Sánchez

Dentro de la fase de diseño, se debe llevar a cabo el diseño estructural, que permite visualizar de manera gráfica la estructura del sistema multimedia SIME [12]. Para esto, en la figura 1 se puede apreciar el esquema o diagrama de navegación, que comprende la estructura y los contenidos generales de la aplicación. A partir del modelo de diseño instruccional propuesto para la generación del sistema multimedia SIME, se consideró que el esquema o diagrama de navegación presentara ocho módulos: Actividad, Armar, Rompecabezas, Videos, Introducción, Objetivos, Lectura y Ayuda, además, de que en cada módulo se presenta una descripción general del contenido.

Por otro lado, en la figura 2 se presenta el mapa de navegación, el cual complementa el esquema o diagrama de navegación, permitiendo definir las relaciones de jerarquía y secuencia del sistema multimedia SIME. Aunque es importante mencionar que las secuencias descritas en el mapa de navegación, no necesariamente corresponden a una propuesta de secuencia de instrucción, para llevar a cabo esto, y orientar al docente y/o usuario, se propone en la figura 3 el diagrama de análisis de tareas, el cual orienta para tener una secuencia alternativa de instrucción.

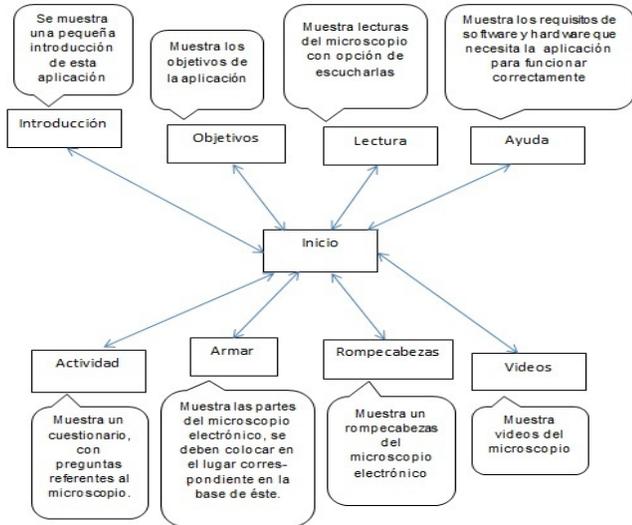


Fig. 1. Diagrama o Esquema de Navegación del sistema multimedia SIME.



Fig. 2. Mapa de Navegación del sistema multimedia SIME.

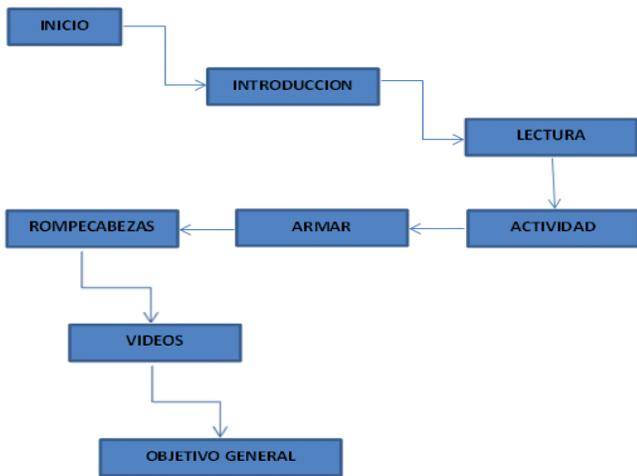


Fig. 3. Diagrama de análisis de tareas.

detalladamente las zonas de la pantalla, los elementos y contenidos que el usuario debe observar en ellas, además del color y tipo de letra. A continuación, en las figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12, se presentan las diferentes plantillas que comprenden cada módulo que se especifica en el Esquema o Mapa de Navegación (figura 1).

Finalmente, en la fase de diseño se procedió a llevar a cabo la edición de los elementos de control, que permiten efectuar el diseño comunicacional [12], esto se puede apreciar en la tabla 4, en donde se definieron las características que deben tener los controles, es decir, la forma de diálogos entre el usuario y el sistema multimedia, que acción deberán de llevar a cabo los elementos de control y, definir qué tamaño, color, tipo de texto, imagen, etc.

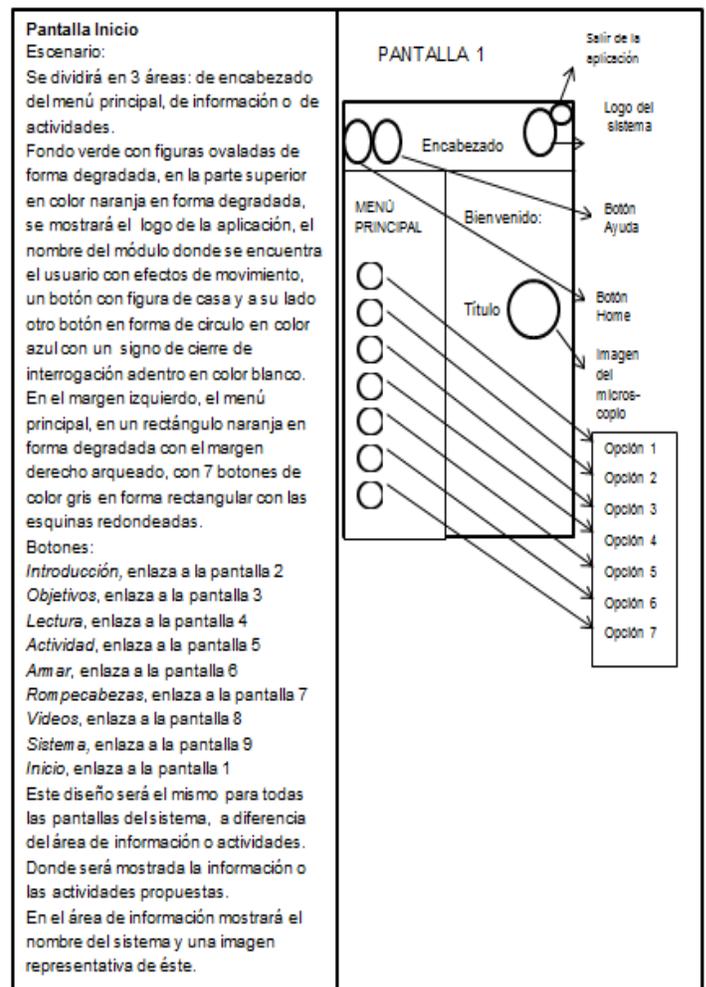


Fig. 4. Pantalla de Inicio del Sistema Multimedia SIME.

Por otro lado, de manera manual se generó el storyboard [12], en el cual, se contemplan todos los elementos multimedia y su ubicación en cada una de las pantallas que comprenden el sistema multimedia SIME. Sin embargo, en este trabajo se consideró no incluirlo, ya que dicha información se presenta en las figuras correspondientes a la edición de plantillas, que implica llevar a cabo el diseño de la interfaz, en estas se deben describir

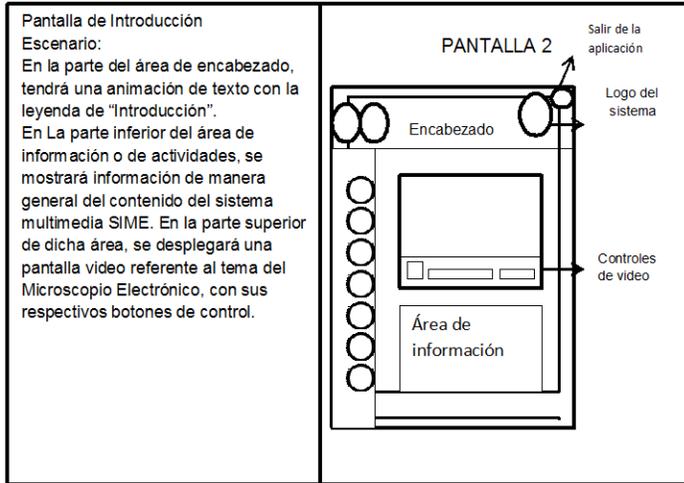


Fig. 5. Pantalla de Introducción del Sistema Multimedia SIME.

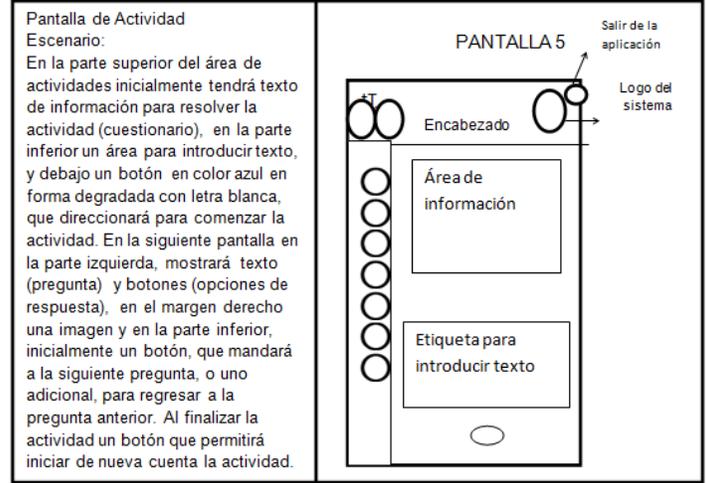


Fig. 8. Pantalla de Actividad del Sistema Multimedia SIME.

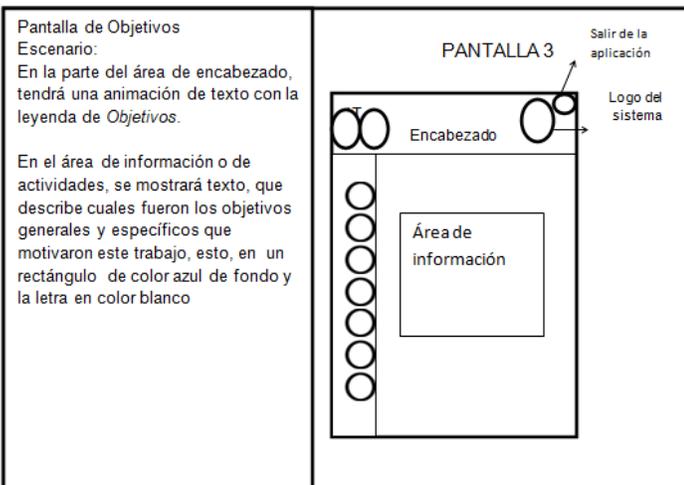


Fig. 6. Pantalla de Objetivos del Sistema Multimedia SIME.

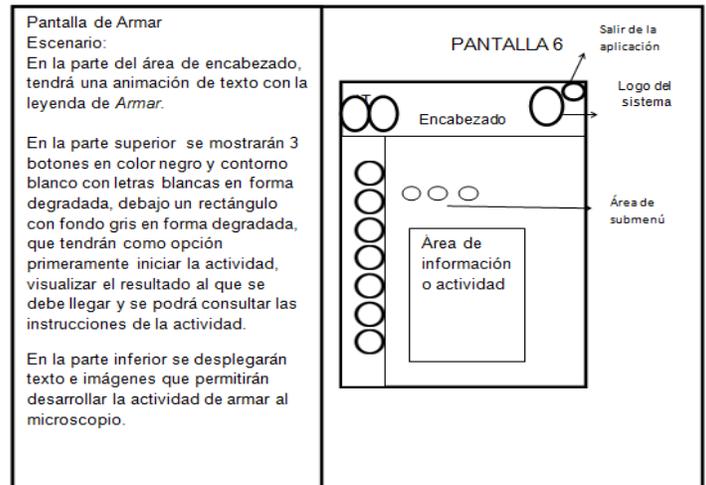


Fig. 9. Pantalla de Armar del Sistema Multimedia SIME.

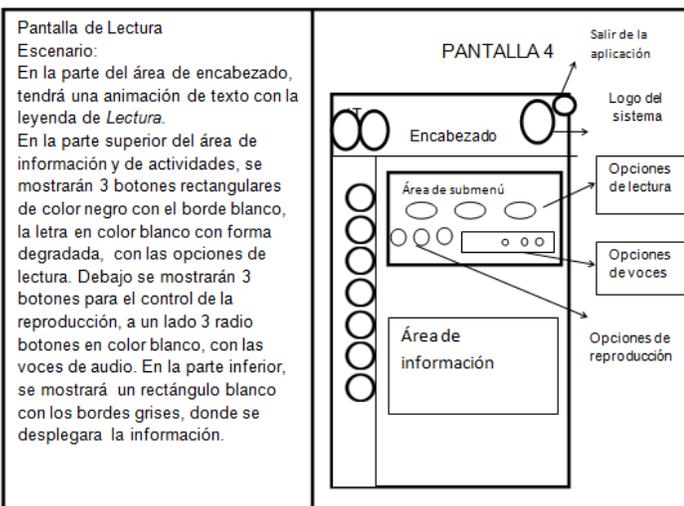


Fig. 7. Pantalla de Lectura del Sistema Multimedia SIME.

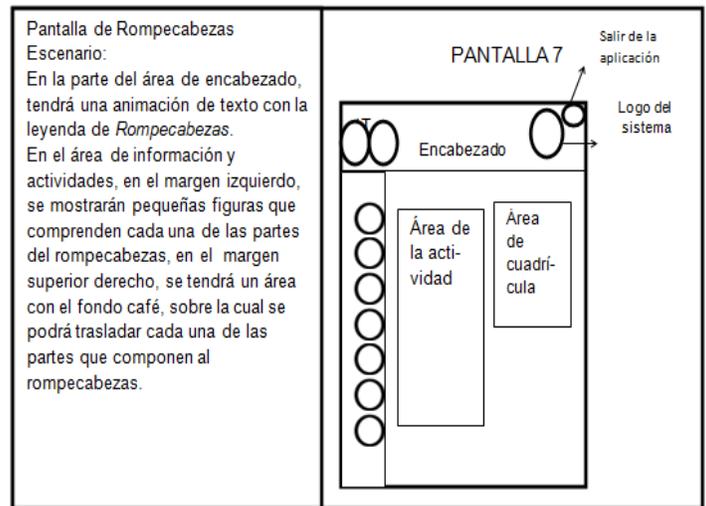


Fig. 10. Pantalla de Rompecabezas del Sistema Multimedia SIME.

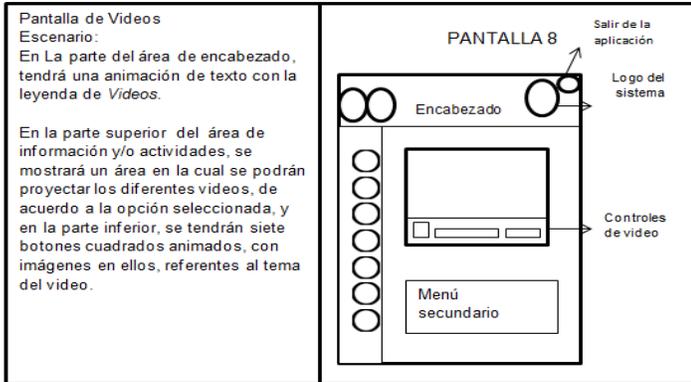


Fig. 11. Pantalla de Vídeos del Sistema Multimedia SIME.

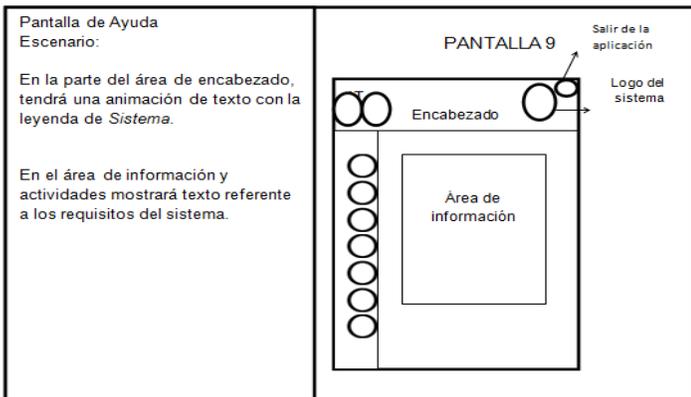


Fig. 12. Pantalla de Ayuda del Sistema Multimedia SIME.

Tipo de Botón	Descripción de las acciones de los botones	Descripción de los botones
Texto	Botones que permitirán mostrar las diferentes lecturas que se sitúan en la parte superior del área de información y de actividades, para la pantalla <i>Lectura</i> .	Rectangulares de color negro con el borde blanco, la letra en color blanco con forma degradada.
Texto e imagen	Botones que permitirán controlar y reproducir el audio por medio del lector de voces de las diferentes lecturas que se sitúan en la parte superior del área de información y de actividades, para la pantalla <i>Lectura</i> .	Rectangulares de color azul con el borde blanco, la letra en color blanco con forma degradada e imágenes correspondientes a la reproducción y alto de reproducción del audio.
Texto	Botones que permitirán seleccionar el tipo de audio (hombre o mujer) por medio del lector de voces de las diferentes lecturas que se sitúan en la parte superior del área de información y de actividades, para la pantalla <i>Lectura</i> .	Rectangular de color pistache con el borde blanca, en la parte izquierda con la leyenda voz de lectura y en la derecha 3 círculos con el nombre de la persona del audio en la parte de la derecha de cada círculo, además de que en los círculos permiten seleccionar la voz a la que se va a reproducir en el sistema multimedia.
Imagen	Botón para desplegar la pantalla de inicio	Botón descrito por una imagen de una casa.
Imagen	Botón para desplegar la pantalla de requisitos del Sistema	Botón descrito por una imagen de un signo de interrogación inmerso en un círculo con fondo azul.
Texto e imágenes	Botones propios de la plantilla del software que permiten minimizar, maximizar y cerrar la pantalla del sistema multimedia	Botón que aparece por default del software en el que se genere el sistema multimedia.
Texto	Botones de acceso directo a cada bloque o módulo del sistema multimedia.	Siete botones de color gris en forma rectangular con las esquinas redondeadas.
Texto	Botones para avanzar, retroceder o finalizar determinada actividad.	Rectangulares de color azul con el borde blanco, la letra en color blanco con forma degradada.
Texto	Botones que describen instrucciones en las diferentes pantallas.	Botones con una combinación degradada de color negro y gris en forma rectangular con las esquinas redondeadas. La letra en color blanco con forma degradada.
Imagen	Botones para seleccionar el video que se desea reproducir.	Botones que muestran la imagen propia de cada video a ser reproducido.
Imagen	Botones para reproducción de videos	Botones que muestran imágenes universales de los diferentes controles para reproducción de video.

#### 4. Resultados

En las fases o etapas de desarrollo y de implementación de la metodología MEDESME [9]. En la etapa de desarrollo, primeramente, se seleccionan las herramientas de desarrollo que serán utilizadas para la generación del sistema multimedia del microscopio electrónico SIME, y que en este trabajo fueron: Adobe Flash Player 10, Adobe Audition, ActionScript 2.0, Clic 3.0, Macromedia Studio MX 2004 (Fireworks), Macromedia Director MX 2004, Microsoft Office 2010 y Astro Flash Creator 2.0. La razón por las que fueron seleccionadas las herramientas de desarrollo mencionadas anteriormente, se debe a que permitían la elaboración del sistema multimedia SIME, esto es, la elaboración de los elementos multimedia, la programación, visualización, ensamblaje, almacenamiento y finalmente la integración para la generación del sistema multimedia. Además de que se mantuvieron las especificaciones que fueron planteadas en las etapas o fases anteriores tanto en el diseño pedagógico, como en el diseño físico descrito anteriormente. Durante esta etapa de desarrollo y la etapa de implementación de la metodología MEDESME [9], se va generando el Manual Técnico, que permite describir de manera general las sentencias y códigos que se necesitaron para generar el sistema multimedia SIME, y el Manual Técnico se puede consultar en <http://ghost.reduaz.mx/ext/material>.

En la etapa de Implementación, y según los requerimientos y requisitos, tanto pedagógicos como físicos, se procedió a la generación e incorporación de los diversos elementos multimedia, generando con esto cada una de las pantallas que comprenden el sistema multimedia SIME, las que son generadas y enlazadas con las distintas herramientas de desarrollo mencionadas

Tabla 4. Descripción de los botones del sistema multimedia SIME.

anteriormente. El sistema multimedia SIME está constituido por las pantallas que son descritas a continuación.

**Ventana Principal.** Inicialmente el sistema multimedia SIME presenta la pantalla principal (figura 13), en la cual se da la Bienvenida al sistema, y comprende los elementos principales de: Inicio, Introducción, Objetivos, Lectura, Actividad, Armar, Rompecabezas y Videos del Sistema SIME.

**Ventana Introducción.** En la pantalla de la opción de Introducción (figura 14), se encuentra ligado un video, que describe cómo funciona el microscopio electrónico, además de un texto que describe brevemente el contenido de este.

**Ventana Objetivos.** Muestra de manera textual cuales fueron los objetivos de investigación iniciales del sistema multimedia SIME (figura 15).

**Ventana Lectura.** Contiene tres botones para acceder a las lecturas de: El microscopio electrónico, ¿Cómo funciona el microscopio electrónico? y Limitaciones del microscopio electrónico (figura 16). Adicionalmente, las lecturas presentan un área que se puede seleccionar, ya que se pueden reproducir en el formato de audio por medio de tres diferentes tipos de voz.

**Ventana Actividad.** Presenta un cuestionario (figura 17), con un campo o área en la que se puede introducir el nombre, y un botón que permite comenzar con las preguntas de este, teniendo la opción de regresar a las preguntas anteriores, para en caso de haber cometido un error, corregirlo. Al terminar la actividad del cuestionario, es posible visualizar los resultados obtenidos.

**Ventana Armar.** En esta pantalla, al ejecutar esta actividad, las partes del microscopio óptico se mostrarán por separado en dicha pantalla, y se requiere que el usuario vaya colocando cada una de ellas en la posición correcta hasta que el microscopio quede armado. En esta pantalla se muestran tres botones, con las opciones de: comenzar de nuevo, armar e instrucciones, como se muestra en la figura 18.

**Ventana Rompecabezas.** Esta pantalla (figura 19) muestra las partes de una imagen fragmentada del microscopio y, la actividad inmersa en ella consiste en posicionarlas en el cuadro de la derecha, con el objeto de formar la imagen del microscopio electrónico.

**Ventana Videos.** Muestra en pantalla botones animados, con los que se podrá seleccionar un video relacionado al tema del microscopio electrónico (figura 20).



Fig. 13. Pantalla principal del Sistema Multimedia SIME.



Fig. 14. Pantalla del módulo de Introducción del Sistema Multimedia SIME

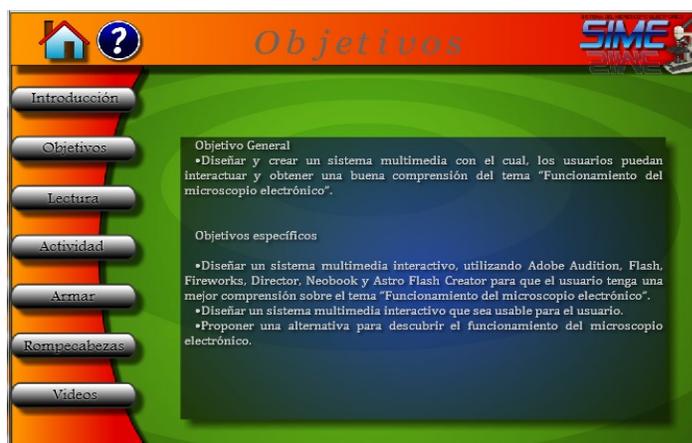


Fig. 15. Pantalla del módulo de Objetivos del Sistema Multimedia SIME.

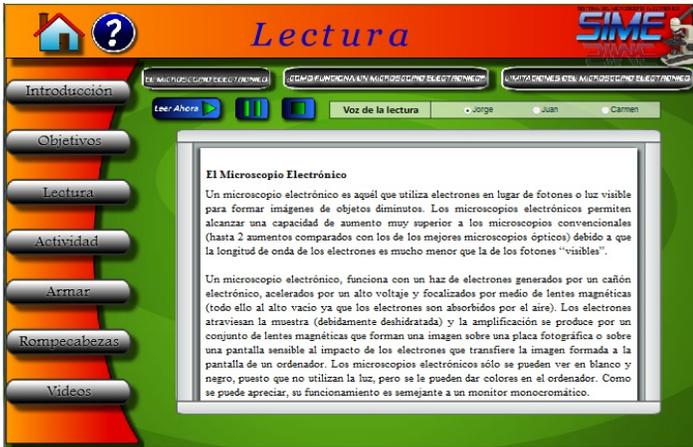


Fig. 16. Pantalla del módulo de Lectura del Sistema Multimedia SIME.



Fig. 19. Pantalla del módulo Rompecabezas del Sistema Multimedia.



Fig. 17. Pantalla del módulo de Actividad del Sistema Multimedia SIME.



Fig. 20. Pantalla del módulo Videos del Sistema Multimedia SIME.



Fig. 18. Pantalla del módulo de Armar del Sistema Multimedia SIME.

En la etapa de evaluación y validación del sistema de la metodología MEDESME [9]. Inicialmente, se llevaron a cabo pruebas piloto con la intención de detectar, depurar y corregir los errores que presentaba el prototipo del sistema multimedia SIME. Dentro de la metodología aplicada, se llevaron a cabo las correcciones y modificaciones con el objeto de cumplir con los requisitos y especificaciones descritas en las etapas de análisis y diseño, en la etapa de implementación, esto, de manera cíclica hasta que ya no se presentaran errores en el sistema multimedia. Además, a la par, se efectuó la evaluación del contenido, que constó de revisar la sintaxis, ortografía y los contenidos de dicho sistema multimedia.

Con el propósito de verificar y validar que la usabilidad y funcionalidad del sistema multimedia SIME fuera de calidad, se procedió a llevar a cabo pruebas piloto externas. Para lo cual, se eligió una muestra aleatoria y representativa de 20 personas escogidas entre alumnos de octavo semestre, con edades comprendidas entre los 22 y 25 años, de la carrera de psicología educativa de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Para esto se aplicó la prueba de manera individual a cada usuario (estudiante), se les dio una explicación de lo que contenía el sistema multimedia SIME antes de la prueba piloto, después, se les entregó el Manual de Usuario y el Sistema Multimedia SIME, dejándolos interactuar con la aplicación el tiempo que consideraran necesario para navegar por cada módulo del programa. Al finalizar la indagación, se les proporcionó un cuestionario relacionado a los diferentes aspectos que conforman al sistema multimedia, así como de la

forma de navegación que presente dicho programa para que el usuario pueda transitar entre los diferentes módulos. El formato del cuestionario que se aplicó, se basó en su estructura, en el utilizado por Suárez [12] y cuyas preguntas son las siguientes:

- P1. ¿Le gustó el programa?
- P2. ¿La actividad de armar el microscopio fue sencilla?
- P3. ¿Los videos presentados se logran ver correctamente?
- P4. ¿Le gustó la forma de presentar los contenidos de texto en archivos pdf?
- P5. ¿Le parece difícil la resolución del rompecabezas?
- P6. A su parecer, ¿fue fácil moverse dentro de la aplicación?
- P7. ¿Necesitó la ayuda para entender el uso de la aplicación?
- P8. ¿Le agradó la voz de las narraciones?
- P9. ¿Le gustaron las imágenes?
- P10. ¿Considera usted que el tamaño y color de las letras utilizadas son adecuadas?
- P11. ¿Le agradó la interfaz del programa?
- P12. Señale algunas sugerencias que permitan mejorar el software.

Para cada una de las preguntas de manera respectiva, se obtuvieron los siguientes resultados:

- P1. El sistema multimedia presento un 83 % de aceptación.
- P2. El grado de dificultad de la actividad de armar, resultó adecuada, ya que a un 79 % consideraron que dicha actividad era sencilla de realizar.
- P3. Con respecto a la visualización de los videos, un 91% consideran que se logran ver bien.
- P4. A un 59 % les gusto la forma de presentar los contenidos de texto en archivos pdf.
- P5. A un 91 % les resultó difícil armar el rompecabezas, ya que, según sus respuestas, no hay una imagen en la cual basarse, este resultado es importante, ya que esta actividad motivará a los usuarios a llevarla a cabo, ya que la complejidad de esta actividad es alta.
- P6. Al 100 % les resulta fácil navegar dentro del sistema multimedia SIME.
- P7. Un 91 % consideraron que no se requiere utilizar un manual de ayuda para entender el uso del sistema multimedia SIME. Por lo que se puede inferir, considerando adicionalmente el resultado de la pregunta 6, que el sistema multimedia SIME, cumple las características de usabilidad y de ser un sistema amigable.
- P8. El 95 % consideró que las voces utilizadas en la narración, no fueron de su agrado.
- P9. A un 79 % les gustaron las imágenes usadas en el sistema.
- P10. Se encontró que un 79 %, consideraron que el tamaño y color de las letras no eran los adecuados.
- P11. A un 79 % les agradó la interfaz del sistema multimedia SIME.

En conclusión, se puede inferir que la interfaz, la usabilidad y funcionalidad del sistema es adecuado, pero se tuvo que regresar a la etapa de desarrollo para corregir la forma de presentar los contenidos de los textos, el tamaño y color de las letras y se cambiaron las voces de las narraciones, aunque en esta última consideración, las correcciones del sistema multimedia están limitadas a las voces presentes en la herramienta de desarrollo

correspondiente para este fin, por lo que es posible, que aún se siga presentado dicho problema.

Otra actividad presente en la etapa de evaluación y validación del proceso de desarrollo del sistema multimedia SIME, es evaluar el entorno general, pedagógico y técnico/estético de manera externa, esto, para que cumpla con los estándares de calidad propuestos por expertos desarrolladores de software multimedia educativo, para llevar a cabo esto, en este trabajo se utilizaron formatos establecidos por la Fundación Bolivariana de Informática y Telemática [10], en los que el acrónimo AAC se refiere a Actividades de Aprendizaje Computarizadas. Los resultados que se obtuvieron al comparar los elementos mínimos requeridos para generar los diferentes entornos fueron los siguientes. Para el caso del entorno general, por un lado, aunque estos dos puntos no son tan relevantes, ya que se refieren al soporte teórico y no impactan en la generación del sistema multimedia SIME, 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. Por otro lado, es importante resaltar que faltó incorporar en el sistema multimedia SIME un glosario de términos y referencias consultadas y recomendadas. En lo que respecta al entorno pedagógico, la única consideración que no se tomó en cuenta en la generación del sistema multimedia SIME, fue la especificación sobre el conjunto de valores que se pretenden fomentar a través del recurso.

Por último, en el entorno técnico-estético no se presentaron omisiones. Por lo que se puede decir que el sistema multimedia SIME consideró en su proceso de desarrollo requerimientos suficientes para generar un producto de calidad.

En la siguiente etapa de la metodología, que es elaboración de material complementario, se generaron, por un lado, el Manual de Usuario (disponible en <http://ghost.reduaz.mx/ext/material>) y por otro, el Manual de actividades didácticas o Guía de actividades didácticas para el profesor (disponible en <http://ghost.reduaz.mx/ext/material>).

## 5. Conclusiones

Después de llevar a cabo todo el proceso de generación y corrección de las observaciones que se encontraron del sistema multimedia SIME, además, de verificar que las acciones agregadas a los diferentes componentes del sistema multimedia funcionarán de acuerdo a las especificaciones marcadas en las etapas de análisis y diseño, también se instaló el sistema multimedia en diferentes escenarios (equipos de cómputo), esto, con el objeto de detectar un mal funcionamiento y corregirlo. Finalmente, se generó el sistema multimedia SIME, con el objeto de apoyar al docente que impartiría la Materia de Laboratorio de Química, de la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Autónoma de Zacatecas, y que se encuentra disponible en <http://ghost.reduaz.mx/ext/material>. Dicho sistema multimedia fue generado aplicando la metodología MEDESME [9], permitiendo con esto generar un sistema multimedia educativo de calidad. Además, es importante comentar que el sistema multimedia SIME fue registrado en el Registro Público del Derecho de Autor con el Título “Sistema del Microscopio

Electrónico SIME” y cuyo Número de Registro es 03-2017-083012092600-01.

### Referencias

- [1] Mayer R. E. *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge University Press, USA: Cambridge, 2005, pp. 1-15.
- [2] Ushav R. y Sanjaya M., *Educational Multimedia: a handbook for teacher-developers*. Asia: Commonwealth Educational Media Centre, 2003, pp. 3-7.
- [3] Gutiérrez A., *Educación Multimedia y Nuevas Tecnologías*. Ediciones de la Torre, España, 1997, pp. 95-126.
- [4] Benigni G., “Una metodología orientada a objetos para la producción de software multimedia”. Disponible en <https://docplayer.es/16212370-Una-metodologia-orientada-a-objetos-para-la-produccion-de-software-multimedia.html> [consultado en 2020].
- [5] Galvis A., *Ingeniería de software educativo*. Universidad de los Andes, Colombia, 2000, pp. 1-15.
- [6] Marques P., *Software Educativo: guía de uso y metodología de diseño*. Editorial Estel, Barcelona, 1995, pp. 29-132.
- [7] Polo M., *Aproximación a un modelo de diseño: ADITE*. Docencia Universitaria, 2003, Vol. 1, No. 4, pp. 67-83.
- [8] Sommerville I., *Ingeniería de Software*. Pearson-Addison Wesley, España, 2007, pp. 19-38.
- [9] García E., Navarrete M.A., García M.A., et al, *Metodología para el desarrollo de software multimedia educativo MEDESME*. Revista de Investigación Educativa, Vol. 23, 2016, pp. 218-226.
- [10] Fundación Bolivariana de Informática y Telemática, “Orientaciones generales para la elaboración de recursos didácticos apoyados en las TIC”. Disponible en <http://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1N60C257X-22PR6F7-1777/OrientGralesElabRecDidacTIC.pdf> [consultado en 2019].
- [11] Aedo I., Diaz P., Sicilia M.A., et al. *Sistemas Multimedia: análisis, diseño y evaluación*, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, 2009, pp. 1-432.
- [12] Suarez M.E., “Aplicación educativa multimedia para la enseñanza de la distribución Ubuntu de Linux a usuarios de Windows”, (Tesis de Licenciatura, Universidad de Oriente). Disponible en [http://ri.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/1/TESIS\\_MS.pdf](http://ri.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/1/TESIS_MS.pdf) [consultado en 2020].