

# SOFTWARE EDUCATIVO PARA EL APRENDIZAJE DE LA ÓPTICA

## Educational Software for Learning Optics

Recibido: 16/06/09

Aprobado: 03/09/09

Hebert Lobo<sup>1</sup>, Gladys Gutiérrez<sup>2</sup>, Jesús Rosario<sup>3</sup>, Jesús Briceño<sup>4</sup>,  
Manuel Villarreal<sup>5</sup>, Juan Díaz<sup>6</sup>, Ana Pacheco<sup>7</sup>

Universidad de Los Andes. Núcleo Universitario Rafael Rangel. Trujillo. Grupo de Investigación Científica y de la Enseñanza de la Física (GRINCEF). 2009.

e. mail: (<sup>1</sup>[hlobo@ula.ve](mailto:hlobo@ula.ve); <sup>2</sup>[gladysg@ula.ve](mailto:gladysg@ula.ve); <sup>3</sup>[jrosario@ula.ve](mailto:jrosario@ula.ve); <sup>4</sup>[jesusb@ula.ve](mailto:jesusb@ula.ve); <sup>5</sup>[mavu@ula.ve](mailto:mavu@ula.ve); <sup>6</sup>[diaz@ula.ve](mailto:diaz@ula.ve); <sup>7</sup>[pachecomillananacarolina@hotmail.com](mailto:pachecomillananacarolina@hotmail.com))

**Autor principal: Hebert Lobo.** Programa de Doctorado en Educación ULA-NURR.

### Resumen

Partiendo del reconocimiento de las dificultades curriculares que se encuentran en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales, en particular de los fenómenos ondulatorios y luminosos, se elaboró un software educativo como herramienta didáctica en formato digital, que cuenta con un diseño adecuado a los métodos y estrategias derivadas de los nuevos enfoques y teorías educativas. Investigación descriptiva, cuantitativa, aplicada según el propósito y estratégicamente proyectiva, su elaboración incluyó tres fases: la diagnóstica, basada en la revisión documental, la de construcción del prototipo del programa y la de su validación y prueba. El producto se editó utilizando el lenguaje HTML e integrando elementos multimedia y subprogramas en FLASH y JAVA, se hicieron las pruebas preliminares y se procedió a validarlo con la participación de especialistas en el uso o elaboración de herramientas relacionadas con las Tecnologías de la Información y Comunicación aplicables a la educación, profesores de la asignatura “Óptica 95” y estudiantes de la carrera de Educación, mención Física y Matemática. Como resultado de la investigación se estableció que el software educativo “El Universo de la Luz” (EULA 2.0) cumple con las exigencias filosóficas, didácticas, informativas y, su contenido, es adecuado a las necesidades e intereses de los usuarios; su interface resulta agradable, transparente, atractiva e interactiva, por lo cual es una herramienta para mejorar y fortalecer el aprendizaje de la Óptica, de acuerdo a la opinión de especialistas, docentes y estudiantes consultados.

---

**Palabras clave:** Software, Aprendizaje, Óptica, Luz, Ondas

---

### Abstract

Based on the recognition of the difficulties present into the process of teaching and learning of Natural Sciences, particularly the wave and light phenomena, an

educational software was developed as a teaching tool in digital format, which has a appropriate design to the methods and strategies under the new educational theories and approaches. Descriptive and quantitative research,, applied to the purpose and strategic projects, their development included three phases: diagnostic, based on the document review, the construction of the prototype program and for validation and testing. The product was created using HTML and integrating multimedia and Flash and Java applets in, preliminary tests were made and proceeded to validate it with the participation of specialists in the use or development of tools related to Information and Communication Technologies applicable in education; teachers of the subject "Optics and Waves" and education students, Physics and Mathematics mention. As a result of the investigation it was found that the educational software "El Universo de la Luz" (EULA 2.0) complies with the requirements philosophical, educational, informative and its content is appropriate to the needs and interests of their users; its interface is pleasant, transparent, attractive and interactive, and thus serve to improve and strengthen the learning of Optics, according to the opinion of specialists, teachers and students consulted.

---

**Key words:** Software, Learning, Optics, Light, Waves

---

### Introducción

Como parte del proyecto de investigación ejecutado desde el Grupo de Investigación Científica y de la Enseñanza de la Física, del Núcleo Universitario "Rafael Rangel" de la Universidad de Los Andes, denominado "Elaboración de un Software Educativo para la Enseñanza de la Óptica y Estudio de su Impacto en el Aprendizaje de Estudiantes de Educación en Física y Matemática" se reportan los resultados obtenidos en el proceso de diseño, construcción, validación y prueba del prototipo en una muestra local.

El software educativo El Universo de la Luz (EULA 2.0) es un programa para ordenador con propósitos didácticos en formato HTML, para el aprendizaje de la Óptica, dirigido a los estudiantes y

profesores de Educación, cuyo plan de estudio contemple asignaturas relacionadas con los tópicos del movimiento ondulatorio y de la luz.

Utilizando todas las herramientas técnicas disponibles se elaboró un programa de fácil instalación, con un ambiente organizado y sistematizado, interactivo, agradable, transparente, atractivo y muy útil para sus potenciales usuarios; en el cual las múltiples actividades propuestas, para el aprendizaje y su evaluación, están relacionadas con los procesos de desarrollo del pensamiento cognitivo y estimulan el logro de los objetivos del aprendizaje.

Tomando como referencia la metodología de Blum (1995) y las orientaciones de Iuppa (2001) y Marqués (1999, 2000, 2005, 2009), la construcción de EULA 2.0 estuvo precedida de una etapa de diagnóstico de todos los elementos importantes para la concepción de una propuesta educativa de este tipo. Desde el análisis de las características generales de los software educativos comerciales y páginas Web sobre el tema publicados en Internet, hasta cuáles son los temas de Mecánica Ondulatoria y Óptica que tienen mayor interés para los estudiantes y profesores de los distintos niveles de la educación en Venezuela, pasando por la consideración del tratamiento matemático más adecuado para el nivel de los usuarios.

Los materiales necesarios para el desarrollo teórico de cada tema que permitieron contextualizar, en una visión de conjunto, las teorías, principios, leyes y conceptos relacionados con los fenómenos de la luz, se programaron en una serie de actividades animadas e interactivas en el proceso de producción del prototipo del programa educativo, el cual fue validado por especialistas en la utilización de este tipo de tecnologías, profesores del área de Física y estudiantes de la asignatura Óptica 95 de la Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario “Rafael Rangel” en el estado Trujillo, siguiendo lo sugerido por Fuentes, Villegas y Mendoza (2005):

...vale la pena destacar que el aprendizaje a través del computador no implica únicamente programar una secuencia de operaciones en el computador, sino también un conjunto de actividades de instrucción que educativamente sean valiosas y conduzcan al logro de los objetivos planteados. Además, al implementar el sistema, es aconsejable medir la aceptación del programa por parte del estudiantado y del personal en general. (p. 84)

Los resultados obtenidos son satisfactorios e indican que el producto de la investigación es altamente recomendable como un instrumento didáctico con potencial para coadyuvar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los temas que contempla El Universo de la Luz (EULA 2.0).

### **Las TIC y el Software Educativo para la Enseñanza de la Óptica**

Las TIC se han convertido, en el breve lapso histórico que abarca los últimos sesenta años, en el vehículo principal de la última gran revolución sucedida en nuestro planeta: la globalización. La evolución desde los primeros ordenadores de datos; lentos y estrambóticos, hasta las computadoras actuales; personales, portátiles y cada vez más veloces, junto al desarrollo de las telecomunicaciones en diferentes frecuencias de onda (tv, radio, microondas, etc.), que

alcanzaron su cenit con la aparición y proliferación de la telefonía móvil (celulares), han hecho posible la interconexión de millones de procesadores de todos los países del mundo a través de la autopista cibernética: Internet.

Un nuevo espectro recorre el mundo: las nuevas tecnologías. A su conjuero ambivalente se concitan los temores y se alumbran las esperanzas de nuestras sociedades en crisis. Se debate su contenido específico y se desconocen en buena medida sus efectos precisos, pero apenas nadie pone en duda su importancia histórica y el cambio cualitativo que introducen en nuestro modo de producir, de gestionar, de consumir y de morir. (Castell, 1986, p. 2)

El uso cada vez más extendido de la Internet como medio para consultar información acerca de los más diversos temas de interés particular y general (Internet World Stats, 2008), brinda a quienes trabajan en los procesos de formación e instrucción de profesionales y técnicos universitarios, una gran oportunidad de contar con una herramienta de increíble potencial didáctico, muy accesible, de costo bajo y de numerosas posibilidades de interacción con investigadores y especialistas que desarrollan experiencias similares en cualquier parte del mundo, como lo expresa Castell (2003): "Internet es más

que una tecnología, un medio para todo: medio de comunicación, de interacción, de organización social. Un medio en el que se basa una nueva sociedad en la que ya vivimos: la «sociedad en red»" (p.1).

Se publican continuamente nuevos programas o versiones de los denominados "software educativo", elaborados con el propósito de coadyuvar en el proceso de enseñanza aprendizaje de todos los campos del conocimiento humano. Esto, por supuesto, también representa un reto muy importante a la capacidad productiva de los docentes e investigadores de esta parte del mundo, pues no se trata solamente de publicar información que resulte útil a los alumnos o a cualquier otra persona o institución interesada en el tema, sino que tal información debe ser presentada aprovechando todo el potencial de los "recursos multimedia" que puede soportar los más recientes procesadores y la propia Internet, de tal manera que resulte atractiva, agradable, innovadora y sobre todo interactiva. Esta disyuntiva, que resulta válida para todos los educadores, es particularmente apremiante para los que trabajan como docentes o investigadores en las distintas áreas de las ciencias básicas o en sus aplicaciones tecnológicas, pues, resulta inconveniente no aprovechar un instrumento divulgativo con impresionante potencialidad, que incluso podría desplazar en un lapso de tiempo no muy extenso a los grandes medios de comunicación.

La enseñanza de la Física; que es la ciencia fundamental sobre la que se asienta todo el entramado del conocimiento humano acerca del Universo, además de constituir la base de los mayores avances tecnológicos de la humanidad; ha venido tomando espacio en la Word Wide Web (www) a través de publicaciones de páginas de variada calidad, que tratan contenidos de todas las ramas y áreas vinculadas o, por lo menos, se refieren a los temas de alguna de ellas en particular.

La Óptica, rama de la Física que se ocupa del estudio de los fenómenos luminosos, es parte de esta innovadora forma de publicación, divulgación y enseñanza de conocimientos científicos que representan las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Los múltiples fenómenos que son susceptibles de estudio, así como, las importantes aplicaciones que se hacen a nivel industrial, comercial y militar, que se derivan de los resultados de investigaciones hechas en el campo de la Óptica, alientan simultáneamente un gran esfuerzo para la divulgación de tales conocimientos en todo el orbe.

Paradójicamente en Venezuela, las carencias acentuadas de recursos didácticos y equipos experimentales, reconocidas por directivos y docentes, restringen el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Óptica, así como de otras ciencias básicas, al uso de textos que, en el mejor de los casos, contienen una

limitadísima cantidad de información textual y gráfica, de calidad relativa.

Es común encontrar instituciones educativas que no poseen laboratorio adecuados para la reproducción de ensayos en ciencias naturales y docentes que no utilizan ningún aporte de la tecnología educativa en los procesos de formación de sus estudiantes. Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) constituyen una oportunidad para la integración de distintas situaciones pedagógicas desarrollando contenidos programáticos en formato electrónico. Para Salazar (2005, pp. 6-7) *“las tecnologías son recursos, y como tales deben insertarse de manera natural en los planes y actividades didácticas de los profesores y estudiantes, concebidos como proyectos educativos cuya ejecución deberá orientarse hacia las nuevas formas de enseñanza-aprendizaje”*.

Estas alternativas que además resultan más económicas y directas, como son los programas o software educativos en formato electrónico, incluyendo los publicados en formato de página Web, presentan también un conjunto de problemas que coartan su uso en forma eficaz en el proceso de aprendizaje de la Óptica. Su integración a los procesos de aprendizaje no debe ser el resultado de la

improvisación o la mitificación de sus bondades, como señala Gisbert (1999, p. 55):

Las TIC y principalmente las redes telemáticas, como espacio educativo, nos ofrecen una serie de posibilidades que debemos considerar a la hora de plantearnos procesos innovadores de E-A siempre y cuando no perdamos de vista que innovación debe significar avance y que no tiene ningún sentido introducir muchos elementos tecnológicos en procesos educativos clásicos por una mera cuestión de modas o de actualidad.

Las características de un buen software educativo han sido revisadas en estudios diversos (Cebrián de la Cerna, 1996; Aedo y Díaz, 1998; Barroso, Medel y Valverde, 1999, Cabero y Duarte, 2000; Marqués, 1999, 2000, 2005, 2009; Martínez y otros, 2002; Gutiérrez, 2008). Asimismo, Herrera y Melian (2005) indican ventajas y desventajas para emplear software como propuestas didácticas y metodológicas, señalando que deben ser utilizados en momentos oportunos y que no se debe pretender “absolutizar” el proceso con estas herramientas.

La utilización de software con fines educativos ha probado ser favorable para el aprendizaje de diferentes áreas del

conocimiento (Quero y Ruiz, 2001; Rojas, 2003; Fuentes y otros, 2005) y en distintos niveles y modalidades educativas. L. Padrón (2005) afirma que a pesar de la existencia de algunos criterios desfavorables, la opinión mayoritaria no pone en duda las potencialidades del computador y la informática para mejorar el proceso de enseñanza. Sin embargo, agrega que “las TIC no garantizan el éxito pedagógico por sí mismas”, ya que es necesario diseñar con mucho cuidado el programa educativo del cual formará parte. Esto justifica la ejecución de proyectos de investigación de esta naturaleza, de manera individual o en equipos multidisciplinarios que permitan en el corto plazo la producción de programas educativos para consola u on-line, hechos en nuestro país, con la participación de los especialistas en las distintas áreas del conocimiento científico y, muy particularmente, en el campo de la Enseñanza de la Óptica y otras ramas de la Física.

## Objetivos

### Objetivo General

Elaborar un software educativo en formato HTML, dirigido a los estudiantes de la asignatura “Óptica 95”, cuyo contenido sea adecuado a las necesidades e intereses de los usuarios y cuya interface sea agradable,

transparente, atractiva e interactiva, que sirva para mejorar y fortalecer el aprendizaje de los aspectos fundamentales de los fenómenos luminosos.

### Objetivos Específicos

- Establecer cuáles son las características generales del software y las páginas publicadas en Internet relacionadas con los temas de Óptica.
- Analizar cuáles son los tópicos que revisten mayor interés para los estudiantes de la asignatura “Óptica 95”, de la Licenciatura en Educación, mención Física y Matemática, del Núcleo Universitario “Rafael Rangel” de la Universidad de Los Andes en Trujillo, para tenerlos de referencia en el momento de elaborar el contenido del programa.
- Determinar cuál es el grado de dificultad matemática que debe incluirse en el diseño de cada bloque o unidad de contenidos de conocimientos incluidos en el programa.
- Elaborar los materiales teórico – prácticos necesarios para el desarrollo de los temas de Óptica incluidos en el programa educativo.
- Verificar cuáles herramientas (software, hardware, lenguajes de computación) existen y están disponibles para la construcción del programa, incluyendo la versión on-line.
- Comprobar si el diseño y construcción del software educativo cumple con un tratamiento adecuado, suficiente y bien estructurado de los contenidos de la Óptica, de

acuerdo a la opinión de especialistas en la materia.

- Comprobar si el diseño y construcción del software educativo cumple con todas las características que garanticen su usabilidad como una herramienta didáctica para el aprendizaje de los temas fundamentales de óptica y ondas, de acuerdo a la opinión de profesores y estudiantes usuarios.

### Variables de Estudio

**Definición conceptual:** Las variables de estudio de esta investigación fueron las siguientes:

- Pertinencia del diseño didáctico del programa: se refiere a la calidad del programa instruccional o software educativo.
- Exigencias de producción del programa: tiene que ver con las características y requerimientos técnicos de producción del programa.
- Usabilidad del programa: está relacionada con la determinación subjetiva y cualitativa de si un software responde adecuadamente a las necesidades y requerimientos del usuario.

**Definición operacional:** La operacionalización de estas variables, tomando como base el trabajo de Rojo (1995, p. 42), se presenta en la Tabla N° 1.

## Metodología

Tomando como base el enfoque empírico-deductivo, J. Padrón (2001), correspondiente al paradigma formal, empírico-analítico, o perspectiva de la verificación de hipótesis, según Popkewitz (1978), se adelantó una investigación de tipo descriptiva, ya que con ella se buscó toda la información necesaria para diseñar y validar un software educativo con las propiedades o elementos necesarios para considerarlo como una herramienta didáctica. Hernández y otros (2000, p. 60) señalan que los estudios descriptivos se limitan a medir y no a relacionar variables. Esto es, lo que se ha logrado con esta investigación; la elaboración de un programa digital interactivo evaluado y considerado por expertos, docentes y estudiantes, como software educativo lo cual permitió su validación conforme a un conjunto de parámetros observables, relacionados con las variables de estudio.

Para llevar a cabo la investigación se cumplieron las siguientes fases, que incluyen un conjunto específico de actividades:

a. Revisión bibliográfica sobre los diferentes tópicos de las ondas en general y de las ondas electromagnéticas en particular, así como, de los avances de las nuevas tecnologías de la información en la educación, particularmente en el área de Física.

b. Diagnóstico del proceso de enseñanza y aprendizaje para el nivel educativo objeto de estudio.

c. Diseño del software educativo tomando como referencia lo siguiente:

- Contenido y calidad de las páginas publicadas en Internet y software educativos relacionados con la enseñanza de la Óptica.
- Desarrollo y redacción de todos los contenidos temáticos y elaboración mediante esquemas de la estructura del prototipo, para tratar cada una de las unidades del programa de estudio.
- Análisis y selección del software para la edición del contenido en HTML, FLASH, ADOBE y JAVA, así como para la construcción de los elementos multimedia que se integraron tales como; imágenes, animaciones, sonidos, videos, tablas, presentaciones, applets de java, entre otros. Se trabajó con FrontPage de MICROSOFT y Dreamweaver 8 de MACROMEDIA como editores de HTML; PhotoImpact de ULEAD, CorelDRAW y Paint Shop Pro Photo de COREL CORPORATION para la edición de imágenes fotográficas (formatos BMP, JPEG, TIF), Fireworks de MACROMEDIA para las imágenes en formato GIF (Graphics Interchange Format) animadas o no, Java editor 1.12, Javac de SUN MICROSYSTEM y JCreator para la elaboración o ajuste de características de los applets de Java.

d. Construcción del prototipo: tomando en consideración los resultados del diagnóstico y la estructura diseñada se elaboraron varias versiones del software educativo teniendo en cuenta los siguientes detalles:

- Establecimiento de las rutas de contenidos y flujogramas en el lenguaje HTML que permitan el desarrollo del programa.
- Construcción de las páginas considerando el diseño establecido, incluyendo todos los elementos necesarios (texto, tablas, gráficos, fotografías, animaciones, música, audio, elementos tipo Java script y applets de Java).
- Determinación de la red de hipervínculos para la navegación, procurando garantizar la navegabilidad necesaria, pero evitando el exceso de rutas que hacen del programa un instrumento inútil y pesado.
- Realización de las pruebas de funcionamiento rápido, las primeras pruebas del prototipo, antes de pasarlo al formato en disco compacto (CD).

e. Proceso de prueba y validación, mediante un conjunto de instrumentos aplicados a una muestra que, dadas las características de la investigación, no se definió como una muestra estadísticamente significativa, pues el producto no fue sometido a prueba para medir su impacto o influencia en el aprendizaje. Esto ha quedado planteado para una próxima investigación.

Para el proceso de validación se seleccionó al azar un grupo de ocho (8) especialistas en el uso o elaboración de herramientas relacionadas con las Tecnologías de la Información y Comunicación aplicables a la educación, un grupo de tres (3) profesores y un grupo de treinta (30) estudiantes cursantes de la asignatura Óptica 95, de la carrera de Educación, mención Física y Matemática del Núcleo Universitario “Rafael Rangel” de la Universidad de Los Andes en Trujillo.

### **Resultados Fase de diagnóstico**

Luego de haber explorado y evaluado una muestra representativa de las páginas publicadas en la Web y del software de uso comercial que tratan los fenómenos luminosos en general, se pueden enunciar los siguientes resultados:

- Existe un numeroso grupo de páginas publicadas en la Web, dedicadas a los temas de la Óptica, en todas sus vertientes; desde las que sirven de portal a los centros e institutos de investigación especializados, hasta las puramente comerciales que promueven productos para el consumo personal, científico e industrial. Por el contrario, la cantidad de software educativo en español sobre el tema, para ser utilizado en consola sin conexión a Internet, que se encuentren

en Venezuela, es muy escasa y, los que se pueden encontrar o descargar de la red, tienen una estructura enciclopédica, como ocurre, por ejemplo, con el programa ENCARTA de Microsoft.

- Sólo una pequeña fracción, de todo ese material dedicado a los temas de la Óptica, han sido elaborada como herramientas didácticas que faciliten los procesos de aprendizaje, es decir, dirigidos a promover la invención, la creatividad, la formulación y solución de problemas por parte de los usuarios de los distintos niveles educativos. De estos, son pocos los que están publicados en nuestro idioma como opción principal o alternativa y, en menor proporción todavía, las que han sido producidas en los países latinoamericanos y prácticamente ninguno ha sido publicado en nuestro país.
- Sólo un grupo muy reducido de investigadores en nuestro país se interesa propiamente en la divulgación de los principios básicos y elementales de la Óptica, y menos aún quiénes se plantean la utilización de la Internet como una plataforma estratégica y metodológica apropiada para la construcción de los conocimientos en el proceso de formación e instrucción de quiénes se preparan en los cuatro primeros niveles de la educación.
- La rigidez en la presentación de los tópicos de Óptica, en las publicaciones de la Web, son el resultado de una tendencia general a reproducir virtualmente los libros de texto utilizados en los cursos tradicionales, lo cual se conecta, directamente, con lo señalado anteriormente. Esto implica, que las páginas se construyen básicamente con textos e imágenes estáticas, que sólo podemos ver, pero con las cuales no podemos interactuar. El usuario se limita a leer los textos en el libro virtual, lo que no representa ninguna ventaja, pues bien pudiera hacerlo, con mayor tranquilidad y comodidad, usando el libro tradicional o “real”. Entonces, la subutilización de los recursos que provee actualmente el desarrollo de nuevo software y hardware, para el desarrollo de herramientas poderosas y mucho más atractivas, no se explica sino por la ignorancia en su utilización.
  - Finalmente, a la referida escasez creativa se agrega una tendencia más particular, relacionada con la prolongación al ámbito virtual, de un hecho característico de las publicaciones en el área de la Física, como es que, en su mayoría, están escritas para estudiantes o profesionales de la Ciencia y la Ingeniería y, por tanto, llenas de ecuaciones matemáticas complejas que

no permiten apreciar con claridad, la sencillez y belleza de los principios y leyes que explican acertadamente el comportamiento de la luz; muy pocas, en términos relativos, son escritas pensando en la preparación de los profesionales de la docencia en esta área tan compleja del saber y, por supuesto, menos aún considerando el interés que pudiera tener para la mayoría del público no especializado o para los niños y adolescentes de las primeras etapas de la educación básica y diversificada.

Estos resultados traen consecuencias desalentadoras para el propósito simple de divulgar el conocimiento en el área que estamos tratando y, en mayor medida, para la pretensión de utilizarlas como herramientas de apoyo didáctico. Si a las dificultades de encontrar información en español sumamos la complejidad matemática en la presentación de los contenidos y, adicionalmente, los “*sites Web*” y los “software educativos” terminan siendo tan o más tediosos e incómodos de utilizar que la lectura de un libro de texto, tendremos como resultado una creciente falta de interés, por parte de docentes y alumnos, para navegar los sitios de la red que se ocupan de los tópicos científicos en general y de la Óptica en particular.

La escasa producción de programas digitales educativos o de publicaciones científicas en Internet producidas en Venezuela,

incluyendo aquellas sobre la Enseñanza de la Óptica, trae aparejada otra secuela, consistente en que, cada día, es mayor la brecha que se abre entre el mundo industrializado y nuestro país en el ámbito de la producción informática. Puede ocurrir que, a la rémora que tenemos en el campo del desarrollo tecnológico en general, se sume además un retraso en la utilización de la autopista de la información, pues de no comenzar a producir, publicar y utilizar las nuevas tecnologías para la educación y la divulgación científica, probando y validando recursos, métodos y estrategias propias, nos veremos obligados a importarlos, forzando su implantación en el sistema educativo, aunque al final resulten completamente inadecuados para nuestro entorno cultural.

### **Fase de diseño y construcción del software**

Las herramienta didáctica resultante se estructuró como un software educativo, que cuenta con un diseño instruccional basado en las más recientes teorías del aprendizaje, en las cuales las herramientas didácticas se encuentran plenamente relacionadas con los procesos básicos del pensamiento, estando orientada a proponer alternativas teóricas y prácticas para facilitar a los usuarios el logro de objetivos de aprendizaje y a estimular competencias en el plano conceptual, actitudinal y procedimental. La descripción

sucinta de los aspectos más relevantes del producto en formato electrónico es la siguiente:

### **Interface gráfica:**

La activación del programa educativo se hace mediante la página **Index** (Figura N° 1), utilizando el acceso directo **EULA 2.0**. Esta página contiene dos opciones: **Iniciar** que se utiliza para acceder directamente al portal de **EULA 2.0** e **Instrucciones** que conduce a una página de recomendaciones básicas (Figura N° 2) para que el programa funcione de manera óptima.

Esta parte de la interface provee al mismo tiempo, acceso a la



herramienta de “Ayuda” (presentación en PowerPoint de Microsoft), instrucciones para la instalación de software adicional requerido para visualizar y trabajar algunas herramientas didácticas contenidas en EULA 2.0 y, finalmente, cargar el programa pulsando el botón “Entrar” **Entrar**. Al presionarlo se abrirá el programa con una *animación de entrada* (Figura N° 3), que se muestra durante el tiempo necesario para que cargue el programa, esto puede durar unos minutos a lo sumo, dependiendo de las características del hardware del ordenador. Queda la posibilidad de abandonar el programa antes de cargarlo utilizando la opción **SALIR**.

Una vez cargado el programa se visualiza el portal de entrada (figura N° 4); de aquí en adelante, la navegación no tiene una ruta prediseñada. El botón **Entrar**, colocado abajo y a la izquierda le permite al usuario tener acceso a los

contenidos, comenzando con el tema de “Movimiento Ondulatorio”, correspondiente a la Unidad 1 del programa de estudio de la asignatura “Óptica 95”.

Sin embargo, es posible acceder por múltiples rutas a distintas partes del programa educativo. Esto garantiza que, en términos de la navegabilidad, el usuario pueda desarrollar su aprendizaje con bastante libertad, sin necesidad de seguir una ruta preestablecida y obligatoria.

### **Características Técnicas:**

En formato de CD-ROM, el software incluye un sencillo programa de instalación automática (*autorun*). La versión en formato para publicación en Internet se puede derivar con facilidad de este prototipo, modificando algunas variables y convirtiendo el formato de algunos elementos (fotografías y videos) para garantizar una adecuada velocidad de descarga de la red. Puede ser instalado en cualquier ordenador que tenga disponible al menos 550 Mb de memoria para almacenamiento de la información pero, funcionará en condiciones óptimas, en un equipo con procesador Intel Pentium 3 u otro con velocidad de procesamiento similar o superior. Está hecho para funcionar en ambiente Windows XP o Vista, y correrá en cualquier navegador de Internet.

Se requieren los ‘*plugging*’ de FlashPlayer, Java 2, Java 3D y Java 5, para visualizar algunas de las herramientas interactivas. Se proveen los instaladores respectivos o, como alternativa, se pueden descargar gratuitamente las versiones actualizadas desde las páginas de Macromedia y Java Sun. El programa provee la opción para desinstalarlo

(*uninstall*) que puede ser ejecutada en cualquier momento para remover el programa de su computador.

### **Características Pedagógicas:**

El producto denominado El Universo de la Luz (EULA 2.0), contempla programas interactivos, acompañados de materiales que sistematizan contenidos funcionales, gramaticales, léxicos y culturales (muestras de lenguaje, animaciones, dibujos, fotografías, videos, entre otros).

La propuesta pedagógica está basada en el enfoque constructivista de la educación, el cual considera que cada persona, a partir de sus conocimientos previos y mediante el conjunto de experiencias cognitivas, senso-motoras y afectivas que le toca vivir, elabora o construye sus propios constructos conceptuales, es decir, su propia visión del mundo, de los fenómenos que le rodean; para luego acercarse al conocimiento desarrollado y acumulado históricamente por la humanidad.

La premisa para trabajar en esta dirección es que los estudiantes deberían aprender haciendo, desde lo básico que es la construcción de los conceptos hasta el desarrollo de experiencias que permitan observar y medir resultados que corroboren las teorías, principios y leyes que relacionan esos conceptos con los fenómenos que ocurren a su alrededor.

Las actividades de aprendizaje conceptual se refuerzan con las simulaciones en computadora de prácticamente todos los fenómenos ondulatorios y luminosos. Adicionalmente, los espacios del Laboratorio Virtual de Física conducen

a la reproducción en computadora de, por lo menos, un experimento importante en cada unidad de contenidos temáticos.

Desde el punto de vista de la evaluación del aprendizaje, se agregan herramientas diversas para cubrir el proceso en tres etapas: antes, durante y después. EULA 2.0 se elaboró pensando en que puede complementar, pero no sustituir, al docente en el complejo proceso de enseñanza aprendizaje de los temas de la luz. Entre las herramientas del programa se encuentran las denominadas *Actividades Complementarias* que reúnen un conjunto de tareas sugeridas que tendría que cumplir el estudiante, fuera del ambiente virtual, con el fin de completar su aprendizaje. Allí encontrarán actividades y herramientas didácticas como la construcción de mapas conceptuales, las demostraciones experimentales, el desarrollo de investigaciones siguiendo la UVE de Gowin (conocida como UVE del conocimiento) y el análisis y resolución de problemas.

### **Herramientas del Programa:**

Las características de las herramientas que contiene el programa son múltiples y están clasificadas según su función en: Herramientas de navegación, de información, de soporte, para el aprendizaje, para la evaluación y las de ayuda.

#### Herramientas de Navegación

La libertad que el usuario requiere, para navegar en un programa que declara estar basado en el enfoque constructivista del aprendizaje, está garantizado, a lo largo de todas las interfaces del programa, mediante la presencia de la barra de navegación principal (Figura N° 5) y la barra de

navegación temática (Figura N° 6) y la barra de dirección (Figura N° 7).

La barra de navegación principal (Figura N° 5), aparece en el tope de la interfaz gráfica a lo largo de todo el programa, contiene todos los controles de acceso a las distintas partes de programa. Las flechas apuntando a la izquierda  y derecha , permiten regresar o avanzar en el historial de navegación, el icono de la casa  conduce directamente al portal del programa, los botones de las seis unidades temáticas, en diferentes colores en la interfaz gráfica, dirigen al usuario al portal de inicio de cada contenido. El icono del trabajador  abre el *menú de herramientas*, el del lápiz dispone el *cuestionario* de la unidad correspondiente y el de la X cierra el programa.

La barra temática (Figura N° 6) aparece al pie de la interfaz gráfica del programa, los enlaces que contiene van variando de acuerdo a la unidad de contenidos que se está visualizando, mientras que la barra de dirección (Figura N° 7) ubicada al final de cada página de programa, permite retroceder, subir al inicio de la página o avanzar en la dirección de una ruta preestablecida a lo largo de las unidades y los temas.

#### Herramientas de Información y Soporte.

La tabla de herramientas (Figura N° 8) contiene los enlaces tanto a las herramientas de información como a las herramientas de soporte. Entre las primeras se encuentran la de correo electrónico denominada **CONTACTOS**, la de los enlaces y navegadores de **INTERNET**, que le permite al usuario

entrar a un portal de acceso a los principales buscadores de Internet y a una lista de páginas relacionadas con los temas de las Ondas y la Óptica. También como herramienta de información aparece nuevamente un enlace al **DICCIONARIO** del programa, que es una recopilación de las palabras más frecuentemente utilizadas en los conceptos que describen los fenómenos luminosos.

Las herramientas de soporte constan de los materiales teóricos, las prácticas de laboratorio, la versión final del informe del trabajo presentado por el autor para obtener el Grado de Magister en LUZ (La Universidad del Zulia), el programa de la asignatura “Óptica 95” y las Biografías de personajes históricos que trabajaron con los fenómenos luminosos. Toda esta información se presenta en formato PDF de Adobe Macromedia y, como ejemplo se muestra la interfaz del último de los documentos en la Figura N° 9.

#### Herramientas para el Aprendizaje.

Las herramientas para el aprendizaje son múltiples, se mezclan con el desarrollo teórico del programa, se han agrupado por bloque del contenido en: Animaciones y Videos; Interacciones Java y Actividades de evaluación.

#### **Animaciones y Videos:**

Para cada uno de los bloques de contenido temático, integrantes del programa, se diseñaron un conjunto de animaciones y videos que ilustran mejor que las imágenes la forma en que ocurren los fenómenos reales. Se incluyen animaciones y videos en diferentes formatos, de los cuales se presentan solamente dos ejemplos; un modelo de animación en formato de presentación con control manual o automático (Figura N° 10) y un modelo

de video en formato Real Player no embebido en la interface del software (Figura N° 11).

Otros modelos interesantes se han utilizado para la presentación de imágenes y videos con la finalidad de no cansar al usuario.

### ***Interactividades Java y Flash:***

Son muchas las interactividades que en forma de applets de Java y Flash, se incluyen en el programa educativo EULA 2.0. Se distinguen de las animaciones y videos en que es posible interactuar con ellos. Suministrarle datos y obtener resultados, transformar mediante movimientos de controles o de elementos de la interfaz de trabajo la respuesta del subprograma. Son realmente simuladores de las situaciones físicas que representan.

Son una herramienta de gran valor didáctico, que aunque no puedan sustituir plenamente la experimentación, sirve para ilustrar los procesos y, por su estructura interactiva, promueve la construcción del conocimiento. Cada uno se acompaña de algunas instrucciones de funcionamiento para facilitar su instrumentación, así como de algunas actividades sugeridas para explorar la relación entre la interactividad y la teoría. Se ilustran algunos en las Figuras N° 13.

### ***Actividades de Evaluación:***

Las actividades de evaluación son de tres tipos y cubren todo el proceso de enseñanza-aprendizaje: antes, durante y después. Se denominan:

1) *Evaluación previa* (Figura N° 14): accesible desde el Portal Principal y desde el Marco de Inicio de cada contenido, para que el usuario

valore sus conocimientos previos, elaborado con una herramienta Java Script de Java Sun.

2) *Revisa tus conocimientos* (Figura N° 15): al final de cada tema (o grupo de temas relacionados) se propone un crucigrama digital, elaborados en "Hot Potatoes" de Half-Baked Software Inc., con el fin de realizar la evaluación durante el proceso y

3) *Cuestionario* (Figura N° 16): al terminar cada una de las unidades se propone un cuestionario interactivo que incluye la autoevaluación de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales. Esta última actividad es la más completa forma de evaluar los resultados del proceso; contienen un conjunto de cuestiones que prueban los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos por el usuario. Se formulan actividades muy diversas con textos, gráficos, animaciones y videos. El cuestionario brinda más de una oportunidad por pregunta, si es posible, y al final se presenta los resultados. Construida con plantilla adaptable de Flash Player de Adobe Macromedia.

### ***Herramientas de Ayuda:***

Como ayuda al usuario se incluyen en el software un conjunto de explicaciones detalladas sobre el proceso de instalación, el arranque del software, la instalación de plugins y la navegación básica. La interfaz gráfica que se incluye para esta herramienta, hecha en Power Point de Microsoft Office es la que se muestra en la Figura N° 17.

### ***Fase de validación y prueba***

En el proceso de validación y prueba se utilizó un instrumento tipo cuestionario, debidamente validado,

para la evaluación de software educativo, con preguntas abiertas y cerradas que permitieron medir las variables que caracterizan a una herramienta didáctica digital. Cada uno de los integrantes de los tres grupos de prueba recibió un prototipo del software El Universo de la Luz (EULA 2.0) y se le pidió evaluarlo de acuerdo a los criterios contenidos en el cuestionario.

Los resultados promediados para todos los aspectos (didácticos, funcionales, técnicos y estéticos) evaluados con los cuestionarios, para cada uno de los grupos (especialistas en el uso de las TIC, profesores y estudiantes) se muestran, respectivamente, en las figuras N° 18, 19 y 20.

Los resultados obtenidos de los diversos grupos indican que el producto reúne las características fundamentales de un programa didáctico. Se supera con creces la mayor dificultad que tiene un programa con fines educativos: lograr, simultáneamente en todos sus usuarios potenciales, una excelente opinión sobre sus propiedades didácticas, funcionales, técnicas y estéticas.

En relación con la impresión personal que produjo en uno de los grupos de prueba los resultados fueron unánimes, pues tanto a la pregunta ¿Le ha gustado? como a ¿Lo recomendaría usted? el 100% respondió afirmativamente a ambas cuestiones.

### **Discusión de los Resultados**

1. En la etapa de diagnóstico de la investigación se encontró que; a pesar de la gran cantidad de material didáctico, publicado en la Web en

todos los idiomas, para el desarrollo de actividades de enseñanza-aprendizaje de los temas relacionados con los fenómenos ondulatorios, en general, y ópticos, en particular; no resulta fácil aprovecharlo, debido a las siguientes razones: (a) se mezclan en los motores de búsqueda, sitios Web de calidad y propósito muy variados, por lo que termina siendo difícil y lento el proceso de depuración y selección de materiales, (b) los programas de simulación de fenómenos físicos y de otro tipo, sólo pueden utilizarse mientras el ordenador esté conectado a Internet, lo cual no siempre resulta funcional y económicamente rentable, (c) los programas (software) para descarga y utilización en consola (sin conexión) son muy limitados en número, incluso contando los producidos en otros idiomas distintos al español, (d) sólo una pequeña fracción de los sitios Web han sido elaboradas para utilizarlos como herramientas didácticas que faciliten el aprendizaje de los contenidos, es decir, dirigidos a promover la invención, la creatividad, la formulación y solución de problemas por parte de los usuarios. La mayoría sigue un esquema rígido en su desarrollo, basado en esencia en la estructura de artículos o textos. (e) en la mayoría de los materiales publicados, se desaprovechan las potencialidades que el uso de recursos multimedia (imágenes, animaciones, sonidos, videos, simulaciones e interactividades) tienen para lograr la atención de los usuarios y facilitar el aprendizaje de una ciencia tan evidentemente visual como es la Óptica. Afortunadamente, sin embargo, la mayor parte de este material se ofrece, respetando los derechos de autor, para su utilización con fines estrictamente educativos y, en ningún caso, con fines de lucro, (f) no se encontró ningún software o “*site Web*” relacionado con el aprendizaje

de la óptica y la ondas que haya sido publicado en nuestro país, lo cual resulta importante por la adecuación de los contenidos a los programas de estudio de los diferentes niveles educativos en Venezuela.

2. En cuanto a la selección de los temas, y a su tratamiento matemático, incluidos en el software educativo EULA 2.0, se deben hacer las siguientes consideraciones; (a) Se tomó como referencia el programa de la asignatura Óptica 95, correspondiente al octavo semestre de la carrera de Educación, mención Física y Matemática, de la Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario “Rafael Rangel”, que incluye una breve revisión de los temas de propagación de las ondas mecánicas y un estudio más detallado de los fenómenos de la luz, tanto en el ámbito de la propagación y la óptica geométrica como de los temas de la llamada óptica física, es decir; polarización, interferencia y difracción de las ondas electromagnéticas. (b) Se privilegió el tratamiento conceptual al puramente matemático, haciendo énfasis en la descripción de los fenómenos, mencionando sus características y propiedades, mostrando ejemplos, generalmente visuales e interactivos, sugiriendo demostraciones o experimentos. Al contrario de la mayoría del material didáctico disponible, con un tratamiento matemático complejo que no permiten apreciar con claridad, la sencillez y belleza de los principios y leyes que explican acertadamente el comportamiento de la luz, EULA 2.0 ha sido elaborada pensando en la formación de profesionales universitarios, pero, teniendo en cuenta también, el interés del público en general, particularmente los niños y adolescentes de las primeras etapas de la educación básica y diversificada.

3. En cuanto a la validación del software educativo EULA 2.0, se tiene lo siguiente: (a) Los resultados obtenidos de la evaluación realizada por la muestra de especialistas en el uso o elaboración de herramientas relacionadas con las TIC en la educación, indican que el producto reúne, en promedio, una alta valoración en los aspectos considerados en las variables de estudio, los porcentajes son los siguientes: 75% lo consideró excelente, el 22% bueno, apenas el 3% regular y 0% lo consideró malo. Queda comprobado que, su diseño y construcción cumple con un tratamiento adecuado, suficiente y bien estructurado de los contenidos de la Óptica, de acuerdo a la opinión de especialistas. (b) Los arrojados de la evaluación hecha por los profesores de la asignatura “Óptica 95” se resumen, en promedio para todas las variables, en que el 67% de los especialistas apreciaron como excelentes las características del software; el 31% lo valoró como bueno; mientras que apenas el 2% lo consideró regular en todos los aspectos y ninguno los valoró como malo. Estos resultados indican que el software educativo “El Universo de la Luz” (EULA 2.0), en los aspectos funcionales, técnicos, estéticos y didácticos, cumple de manera satisfactoria con los parámetros de una herramienta didáctica que contribuya a mejorar el proceso de aprendizaje de los temas fundamentales de la Óptica. (c) Sobre la opinión de los estudiantes, los resultados indican que el 76% lo evaluaron como excelente, al 17% les pareció bueno, a sólo un 7% le pareció regular y a ninguno malo. (d) Adicionalmente, el 100 % de todos los consultados respondió afirmativamente las dos cuestiones que se les plantearon para establecer su opinión personal: ¿Le ha gustado?,

¿Lo recomendaría?, lo que confirma su usabilidad como herramienta educativa.

4. En resumen, se concluye que habiéndose cumplido con las exigencias filosóficas, didácticas, informativas y de usabilidad en la elaboración de un software educativo en formato HTML, se ha logrado obtener un producto dirigido a los estudiantes de la asignatura “Óptica 95”, o de otra equivalente, con contenidos adecuados a las necesidades e intereses de los usuarios y cuya interface resulta agradable, transparente, atractiva e interactiva, que puede servir para mejorar y fortalecer el aprendizaje de los aspectos fundamentales de los fenómenos luminosos, de acuerdo a la opinión de especialistas, docentes y estudiantes consultados.

Es muy importante seguir avanzando en la elaboración de propuestas educativas que integren las teorías cognitivas y el enfoque constructivista y la utilización de nuevos recursos tecnológicos para el aprendizaje. Es inevitable la adecuación de todos los planes de estudio a las distintas aplicaciones de las tecnologías actuales de la información y la comunicación. De nosotros depende que se haga con materiales y herramientas propias o tengamos que copiar nuevamente modelos difíciles de asimilar por nuestros estudiantes.

### Referencias Bibliográficas

Aedo, I. & Díaz, P. (1998). Evaluación de sistemas hipermedia orientados al aprendizaje. *Educación y Tecnologías de la Comunicación*, 3. 161-173. Oviedo, España: Universidad de Oviedo.

Barroso, J.; Medel, J. & Valverde, J. (1998). Evaluación de los medios informáticos: una escala de evaluación para el software educativo. En CEBRIÁN, M. Et al. *Creación de materiales para la innovación con nuevas tecnologías*: EDUTEC'97, 355-358 Málaga: ICE Universidad de Málaga. Recuperado en febrero 01, 2009 disponible: [http://www.ieev.uma.es/edutec97/edu97\\_c3/2-3-08.htm](http://www.ieev.uma.es/edutec97/edu97_c3/2-3-08.htm)

Blum, B. (1995). *Interactive Media. Essentials for Success*. Nueva York, EE.UU: Ziff-Davis Publishing.

Cabero, J. (1996). Nuevas tecnologías, comunicación y educación. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa.*, 1. Recuperado en febrero 06, 2009 disponible: <http://www.uib.es/depart/gte/revelec1.html>

Cabero, J. & Duarte, A. (2000). Evaluación de medios y materiales de enseñanza en soporte multimedia. *Comunicación y Pedagogía*, 166, 15-28

Castells, M. (1986). *El desafío tecnológico. España y las nuevas tecnologías*. Madrid: Alianza Editorial.

Castells, M. (2003). Internet y la sociedad en red. En Aparici R. (Ed.), *Comunicación educativa en la sociedad de la información* (pp. 319-342). Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Cebrián de la Serna, M. (1996). Selección y evaluación de recursos tecnológicos. En Gallego, D.J.; Alonso, C. & Cantón, I. (Coords.). *Integración curricular de los recursos*

- tecnológicos (pp. 377-402).  
Barcelona, España: Oikos-Tau.
- Iuppa, N. (2001). *Interactive Design for New Media and the Web* (2ª ed.). Boston, MA, EE.UU: Focal Press.
- IWS (Internet World Stats) (2008). Usage and Population Statistics. [Artículo on-line] disponible en: <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>
- Fuentes, L.; Villegas M. & Mendoza I. (2005). Software educativo para la enseñanza de la Biología. *Opción*, 21 (47), 82-100.
- Gisbert, M. (1999). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación como favorecedoras de los procesos de autoaprendizaje y de formación permanente. *Educación* 2, 53-60.
- Gutiérrez, J. (2008). *Un acercamiento al Software Educativo*. Recuperado en Connexions Web site en enero 04, 2009 disponible en: <http://cnx.org/content/m16318/1.2/>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2000). *Metodología de la Investigación*, (2ª ed.). México, D.F.: Mc Graw Hill,
- Herrera, J. & Melián, Y. (2005). *Una propuesta metodológica que permita a los profesores la utilización de los Software Educativos*. Recuperado en Monografias.com en febrero 04, 2009 disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos28/software-educativo/software-educativo.shtml>.
- IWS (Internet World Stats). *Usage and Population Statistics*, 2008. Recuperado en marzo 02, 2009 disponible en: <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>.
- Marqués, P. (1999). Evaluación de programas educativos multimedia. En Férres, Joan y Marqués, P. (Coord.). *Comunicación Educativa y Nuevas Tecnologías* (pp. 320-329) Barcelona, España: Praxis.
- Marqués, P. (2000). Criterios de calidad en los programas educativos. *Revista MasPC*, 8, 218-219.
- Marqués, P. (2005). *Evaluación y selección de software educativo*. Recuperado en febrero 05, 2009 disponible en <http://www.tecnoneet.org/docs/2002/62002.pdf>
- Marqués, P. (2009). *Entornos Formativos Multimedia: Elementos, Plantillas de Evaluación/ Criterios de Calidad*. Recuperado en febrero 04, 2009 disponible en <http://www.pangea.org/peremarques/calidad.htm>
- Martínez F., Prendes M. P., Alfageme M. B., Amorós L., Rodríguez T. & Solano I. (2002). Herramienta de Evaluación de Multimedia Didáctica. *PIXEL-BIT. Revista de Medios y Educación*, 18. Recuperado en febrero 06, 2009 disponible: <http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n18/n18art/art187.htm>
- Padrón, J. (2001): La Estructura de los Procesos de Investigación. *Educación y Ciencias Humanas*, 17, 3.
- Padrón, L. (2005). *Las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones*. Recuperado en febrero 04, 2009 disponible en:

<http://www.monografias.com/trabajos23/nuevas-tecnologias/nuevas-tecnologias.shtml>.

- Popkewitz, T. (1988). *Paradigmas e ideología en la investigación educativa*. Madrid: Mondadori.
- Quero, S. & Ruiz M. (2001). Diseño de software educativo para incentivar la lectura y escritura de la lengua indígena en los niños wayuu. *Opción*, 36 (17), 68-85.
- Rojas, A (2003). *Aplicar y Evaluar un Software Educativo para el Aprendizaje de la Lectura en los Alumnos de la Primera Etapa de la Educación Básica*. (Theses), Universidad Nacional Abierta, Mérida, Venezuela.
- Rojo, A (1996). *Enseñanza Asistida por Computadora*. Caso: Asignatura Comunicación Gráfica I. (MSc. Theses), La Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.
- Salazar, L. (2005). Incorporación de las TIC en los procesos de enseñanza aprendizaje. *Infobi*. 9, 6-7.

**Tabla 1.**  
**Operacionalización de las variables de estudio.**

VARIABLE	DIMENSION	INDICADORES		SUB-INDICADORES	TÉCNICA
Pertinencia del diseño del programa	Elementos que atiende el diseño del programa	<b>Aspectos filosóficos</b>	Fundamentos filosóficos	- Epistemología - Axiología - Contexto	Análisis de contenido
		<b>Aspectos didácticos</b>	Exigencia didáctica	- Teoría del aprendizaje que sustenta el programa - Significatividad y motivación. - Adecuación al nivel usuarios. - Calidad de recursos didácticos. - Pertinencia contenido científico. - Diversidad de enfoques. - Cantidad y calidad de Documentación.	Descriptiva Cuestionario
Exigencia de producción del programa	Producción para la interface del usuario	<b>Aspectos funcionales</b>	Programa instruccional	- Diseño instruccional - Ayuda y tutoriales	Cuestionario
			Navegabilidad	- Menús y enlaces. - Velocidad de carga.	
			Funcionalidad	- Facilidad de instalación. - Visibilidad. - Versatilidad.	
<b>Aspectos Técnicos y Estéticos</b>	Medios	- Elementos multimedia - Calidad del entorno audiovisual - Calidad de los contenidos - Originalidad y uso de tecnología avanzada			
Usabilidad del programa	Satisfacción de los requerimientos del usuario	<b>Impresión personal del usuario</b>	Aprendizaje	- Rendimiento académico - Reducción del tiempo	Cuestionario
			Eficiencia	- Generación de otras actividades. - Satisfacción de los usuarios	



Figura N° 1. Página del *index*

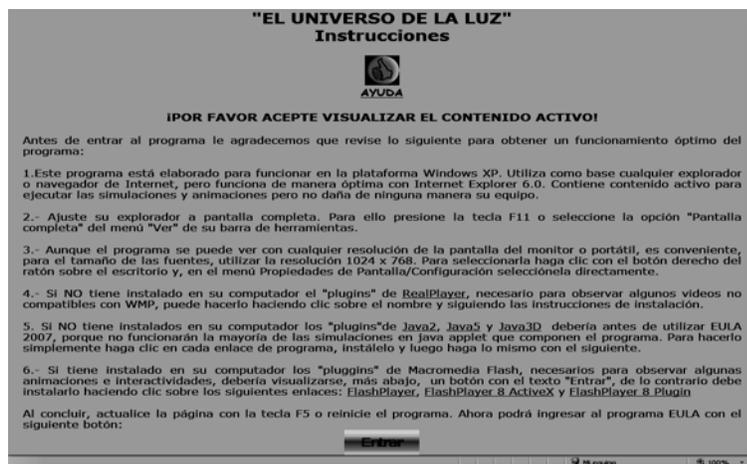


Figura N° 2. Página de Instrucciones Básicas



Figura N° 3. Animación de entrada



Figura N° 4. Portal de entrada



Figura N° 5. Barra de navegación: Aparece a lo largo de toda la interface, da acceso a las seis unidades de contenido y al resto de las herramientas del programa didáctico.



Figura N° 6. Barra temática: distinta en cada unidad de contenidos, permite saltar entre los



Figura N° 7. Barra de dirección: permite navegar en una dirección preestablecida.



Figura N° 8. Tabla de herramientas: a través de ella se tiene acceso a las diferentes herramientas de información



Figura N° 9. Ejemplo de Interfaz documentos de soporte



Figura N° 10. Modelo de presentación de láminas con



Figura N° 11. Modelo de video con ventana emergente

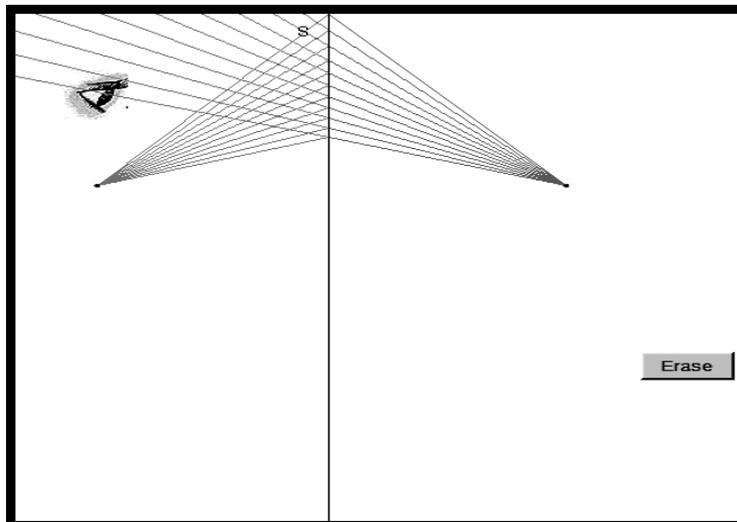


Figura N° 12. Modelo de applet de espejo plano.  
(Fuente: Giuseppe Zito)

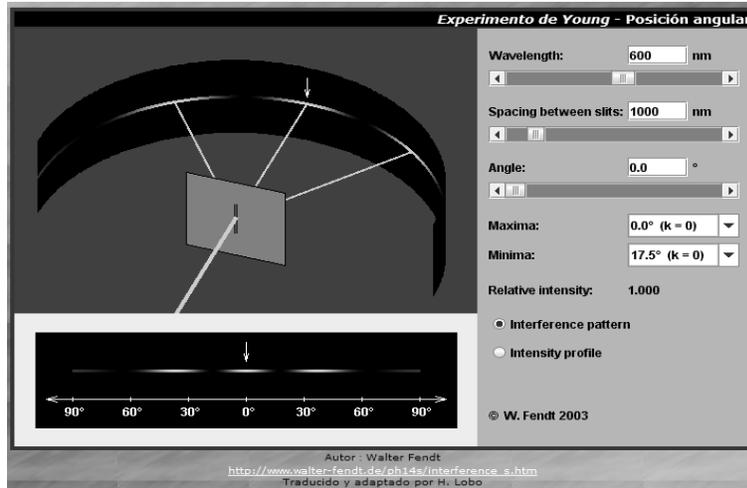


Figura N° 13. Modelo de applet de difracción (Fuente:

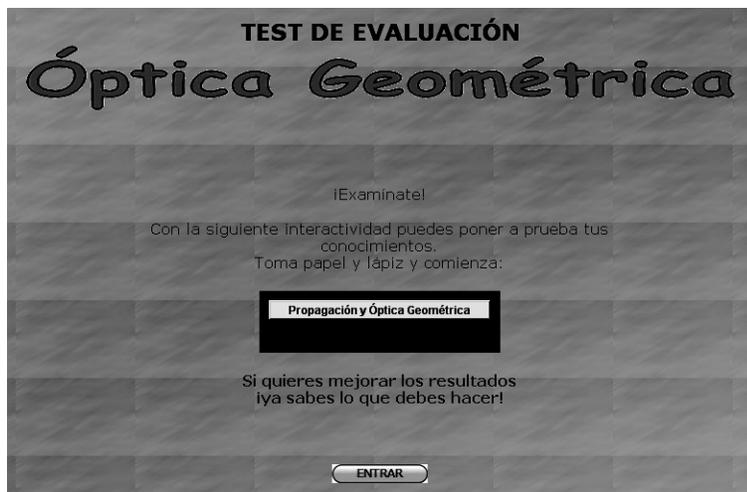


Figura N° 14. Modelo de entrada de test de evaluación

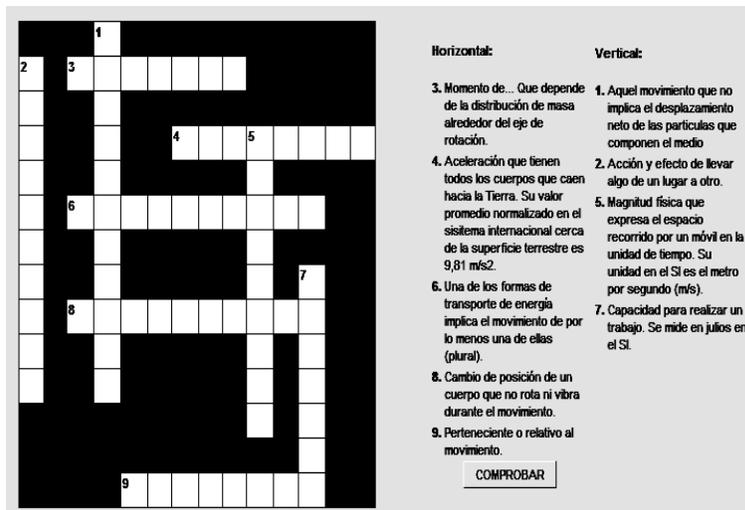


Figura N° 15. Modelo de crucigrama de la herramienta revisa tus conocimientos.

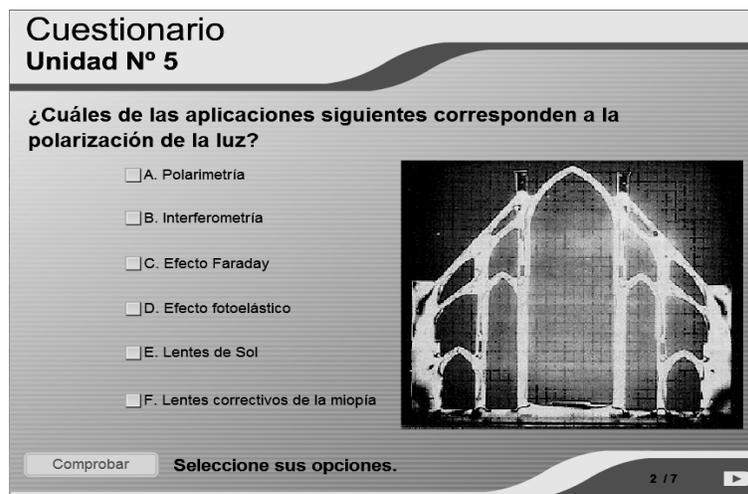


Figura N° 16. Ejemplo de interfaz gráfica de parte de un Cuestionario

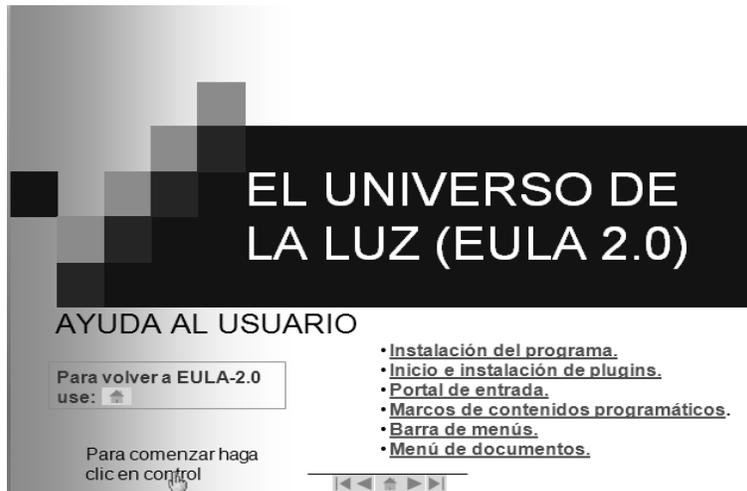


Figura N° 17. Interfaz gráfica del Portal de Ayuda

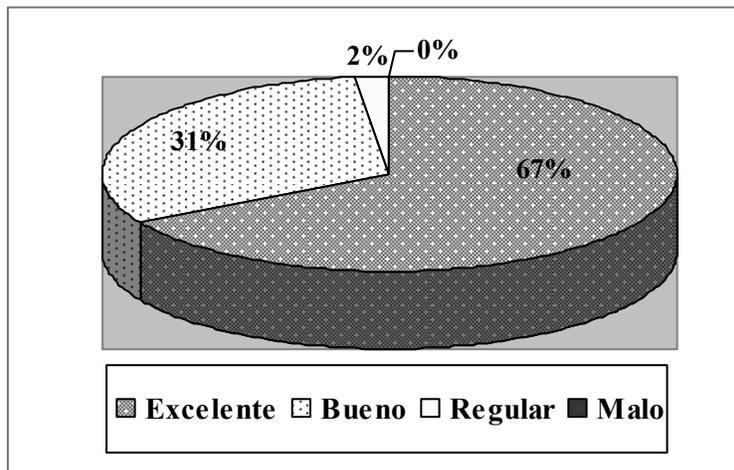
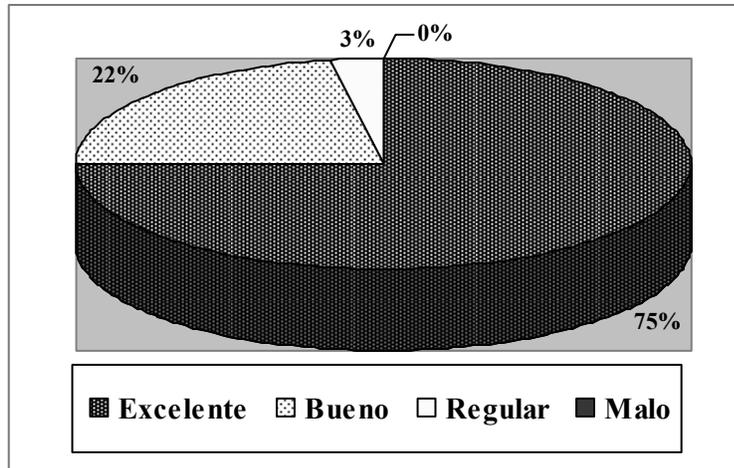
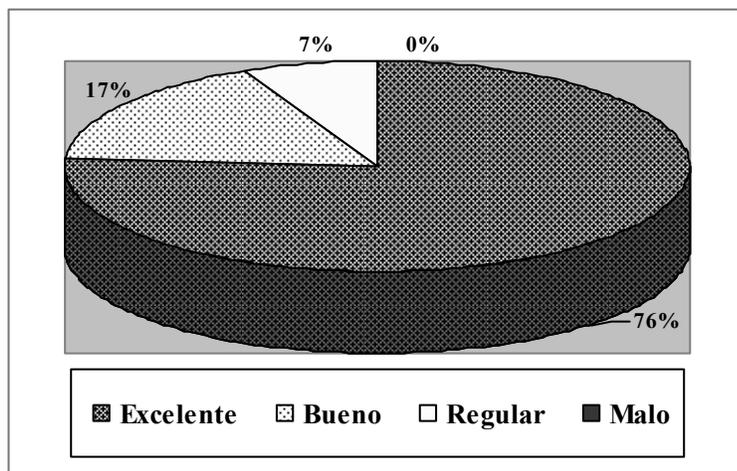


Figura N° 18. Evaluación de los especialistas. Valores promedios de todos los aspectos.



**Figura N° 19.** Evaluación de los docentes de Física. Valores promedios de todos los aspectos.



**Figura N° 19.** Evaluación de los estudiantes de Óptica 95. Valores promedios de todos los aspectos.