



DATA CIENCIA

REVISTA MULTIDISCIPLINARIA
ELECTRÓNICA

ENERO - ABRIL 2019
VOL. 2 AÑO 1



UNIVERSIDAD
DEL ZULIA



DATA CIENCIA



IECS LLC
INTERNATIONAL EDUCATIONAL
CONSULTING SERVICES LLC

REVISTA ELECTRÓNICA DE LA
UNIVERSIDAD DEL ZULIA



**UNIVERSIDAD
DEL ZULIA**

**Núcleo Costa Oriental del Lago
Coordinación de Postgrado e Investigación
Cabimas - Venezuela**

DATA CIENCIA

REVISTA MULTIDISCIPLINARIA ELECTRÓNICA

Vol. 2. N°1 Enero - Abril 2019



Revista Electrónica Multidisciplinaria
Vol.2 N°1. Enero - Abril 2019
pp. 113-129

Herramienta tecnológica para el aprendizaje de la estructura cristalina de los materiales

Roger Chirinos, Ronny Chirinos, Andreina Rodriguez, Jelvis Chirinos e Ybis Chirinos
Universidad del Zulia. Núcleo Costa Oriental del Lago
rogerchirinos@gmail.com

Resumen

El propósito del artículo es mostrar el diseño de un software educativo como herramienta tecnológica para el aprendizaje de la Estructura Cristalina de los Materiales, en la unidad curricular Ciencias de los Materiales, bajo la metodología del Grupo Enlaces (1998); híbrido de los modelos de Boehm, Summerville y De Grace. La investigación se tipificó como proyectiva, con diseño de campo, no experimental, transeccional. La muestra estuvo conformada por 60 estudiantes de una población de 150, pertenecientes al Programa de Ingeniería Mecánica del Núcleo Costa Oriental del Lago, con conocimientos en el área temática de estudio. Los resultados arrojaron, una herramienta que coadyuve al proceso de aprendizaje de la Estructura Cristalina de los Materiales, a través del análisis de conceptos y ejercicios referidos a los tipos de arreglos atómicos existentes e índices de Miller, así como ilustraciones sobre las propiedades que caracterizan los materiales. Apoyados en un recurso innovador como el computador y bondades del uso de la multimedia, donde los estudiantes sean capaces de razonar o solucionar problemas según la habilidad desarrollada, obteniendo así condiciones para lograr un aprendizaje significativo.

Palabras claves: Software educativo, aprendizaje significativo, estructura cristalina.

Technological tool for learning the crystalline structure of materials

Abstract

The purpose of this article is to illustrate the design of an educational software as a technological tool in the learning process of the Crystalline Structure of Materials, in the curricular unit Materials Science, under the methodology of Grupo Enlaces (1998); hybrid of the model by Boehm, Summerville and De Grace. The investigation was typified as projective, with a field design, non-experimental and cross-sectional. The sample was composed by 60 students out of a population of 150, belonging to the Engineering Programme of Mechanical Engineering of Nucleo Costa Oriental del Lago, with knowledge on the study topic. Results demonstrate a tool that contributes to the learning process of the Crystalline Structure of the Materials, through the analysis of concepts and exercises referred to the types of existing atomic arrays and Miller indexes, as well as illustrations on the properties that characterize the materials. Supported in an innovative resource such as the computer and benefits of the use of multimedia, where students are able to reason or solve problems according to the developed skill, thus obtaining conditions to achieve meaningful learning.

Keywords: Educational software, significant learning, crystalline structure.

Introducción

La inclusión de nuevas tecnologías a nivel mundial, ha provocado un fuerte impacto por su creciente uso en las distintas áreas de la sociedad, llevando inclusive al sistema educativo se torne más flexible, por considerarlas instrumentos que permiten diversificar, acelerar el proceso de aprendizaje. Además de permitir a los docentes, desarrollar una nueva visión para situar al estudiante como centro de sus propuestas educativas.

Par tal efecto, las instituciones educativas se actualizan continuamente para alcanzar nuevos objetivos, diseñando y difundiendo estrategias de aprendizajes, a través de herramientas que pueden fomentar habilidades en los estudiantes, revolucionar la forma en que trabajan o investiguen, proveerle nuevas formas de acceso al mundo, conforme con los requerimientos surgidos en la sociedad. De ahí que resulte necesario, el desarrollo de programas educativos, que promuevan la creación de ambientes de aprendizaje individual y grupal, que aporten opciones a la construcción de sus ideas, donde se estimulen el progreso de habilidades cognitivas, para obtener profesionales que asuman responsabilidades en un mundo de constantes cambios y que demandan una formación a lo largo de toda la vida.

En el caso de los futuros profesionales del campo de la Ingeniería Mecánica, existen asignaturas teóricas-prácticas del área de diseño que son fundamentales en su capacitación, donde se requiere que obtengan una información detallada y actualizada de los principios fundamentales que rigen el comportamiento de los materiales, seleccionar el apropiado para sus diseños, entre los disponibles en el mercado en base a sus propiedades, para lograr una vez transformados, minimizar la posibilidad de que fallen en servicio. Situación que se ha visto afectada, por la manera de cómo se dan las clases

en el aula, sin poder ofrecer un detallado conocimiento de todos los materiales existentes, por un contenido desactualizado al no contar con los recursos adecuados.

Ante tales señalamientos, se propone el desarrollo de una herramienta tecnológica que contribuya al proceso de aprendizaje de la Estructura Cristalina de los Materiales, para la unidad curricular Ciencias de los Materiales, que forma parte del plan de estudio del Programa de Ingeniería Mecánica, Núcleo Costa Oriental del Lago de la Universidad del Zulia

Por otra parte, con los fines de profundizar sobre lo anteriormente señalado se presentan las teorías y consideraciones importantes de los resultados obtenidos en la propuesta educativa.

Software tutorial

Es el software que presenta la información que se plasma en forma de un dialogo entre el aprendiz y el computador. Comienzan con una introducción que generalmente incluye el título, prerrequisitos, objetivos e instrumentaciones, entre otros, para se repetir constantemente un ciclo de información, contestación de preguntas o alternativas de solución a un problema, con el propósito de que la información presentada motive y estimule al estudiante a comprometerse en alguna acción relacionada con la información (Sánchez, 2002)

Es por ello que, debe producirse una retroalimentación necesaria al momento de contestar las preguntas por parte del estudiante, pues si la respuesta es correcta, el feedback constituye la forma más simple de retroalimentación, haciendo la respuesta más significativa y efectiva. En caso contrario, si es incorrecta la respuesta, no debe indicar solamente que la respuesta lo fue, sino que este reforzamiento debe hacer algo para aumentar la habilidad del estudiante para desempeñarse mejor en el futuro.

Infiriéndose que herramientas tecnológicas como el software del tipo tutorial intenta presentar información y posteriormente interactuar con el estudiante por medio de preguntas y resolución de ejercicios relativos a un tema, mediante el desarrollo en forma exhaustiva de la totalidad de los contenidos a tratar, con una enseñanza personalizada, respetando el ritmo del aprendizaje individual, interactuando de forma permanente, utilizando las técnicas audiovisuales más adecuada en cada caso de la misma manera que lo realizaría el docente.

En ese sentido Galvis (2000), en un intento por destacar su enfoque en esta clase de herramientas educativas, manifestó que el computador conduce la actividad del estudiante como lo haría un buen tutor, es decir, según las capacidades individuales del mismo. Las cuales se pueden hacer evidentes, con base en el desempeño de cada aprendiz a medida que interactúa con el computador, dadas las diversas ventajas que ofrece, como:

- El computador es un tutor incansable.
- No se molesta porque el usuario vaya muy lento o no entienda.
- Es capaz de brindar secuencias alternativas de instrucción, con diversos niveles de explicación.

- Puede ser un medio de instrucción entretenido y novedoso si quien lo programa aprovechó todas las posibilidades que la máquina brinda para el manejo de efectos especiales (gráficos, animaciones, color, sonido).
- Permite mayor homogeneidad de los contenidos o información, así como niveles de conocimientos.
- Evalúa conocimientos y reduce el tiempo de adiestramiento.
- Asegura atención privada y la contabilidad de la evaluación.
- Es ideal cuando se requiere adiestramiento individual, interactivo, consistente y flexible a un grupo numeroso de personas, así como es útil para presentar procesos secuenciales u ordenados por pasos.

Adicionalmente destaca (Galvis, 2000) la individualidad y flexibilidad al emplear este recurso instruccional o herramienta a grupos de estudiantes con diferente nivel de aprendizaje, pues el estudiante tiene la posibilidad de avanzar a su propio nivel de conocimiento, de manera individual y tomando el tiempo que considere necesario para su aprendizaje. Sin embargo, también considera que no basta con una máquina con las capacidades instruccionales antes mencionadas, se necesita a su juicio que alguien pueda aprovechar tal potencial en una forma que educativamente sea valiosa, es decir, no se trata sólo del problema de programar una secuencia de operaciones en la máquina sino, del problema de programar una serie de actividades de instrucción que educativamente sean valiosas y conduzcan al logro de objetivos valederos.

De ahí que deba considerarse, no solo la información presentada en el computador al ritmo del usuario, entregar animaciones a todo color y/o con efectos sonoros, sino pueda utilizarse como herramientas de reorientación a las clases magistrales, y el docente sea un guía a las dudas presentadas por el usuario durante su interacción con los mismos, empleando los software diseñados y el computador como la herramienta intermediaria entre el estudiante y el aprendizaje.

En la presente investigación se seleccionó para el desarrollo del prototipo, la clasificación de tutorial - interactivo, por ser un producto que presentara información sobre una temática específica, en este particular sobre la hidrostática en la mecánica de los fluidos. Donde la herramienta interactúe con el usuario a través de preguntas, estableciendo un feedback de retroalimentación, que motive al aprendizaje de la temática seleccionada.

Normas para el diseño de software educativo

Marín y Fuentes (1994) establecen que para diseñar herramientas como el software educativo se deben considerar los siguientes aspectos:

- No exagerar la cantidad de elementos que debe recordar el usuario en el mismo tiempo.
- Proyectar en pantalla solo una idea a la vez y conceder tiempo suficiente para que el estudiante la lea y si es necesario analice la información planteada.

- Cuidar de no utilizar el monitor como un rollo desenvuelto. Resulta mucho más práctico y útil utilizarlo como simulador de páginas de un libro donde cada imagen contenga solo una idea para luego pasar a la próxima página.
- Tener presente que el tiempo otorgado a la duración de cada mensaje en pantalla debe estar en concordancia con el grado de dificultad del mismo.
- Hacer uso del material suplementario que considere conveniente tales como mapas, esquemas, tablas, figuras, formulas, introducciones o cualquier otro material que realiza los tiempos de búsqueda del estudiante.
- Aprovechar la facilidad gráfica que ofrece el computador para acrecentar la capacidad de memoria del estudiante. Es decir, utilizar el color, analogía y gráficos para estimular la memoria y la atención.
- Mantener una capacidad de respuesta adecuado, en otras palabras, llevar el diseño de retroalimentación efectivo.

Estas reglas son de suma importancia para el desarrollo de un software educativo o herramienta tecnológica, pues ayudan a alcanzar el objetivo para el cual se diseña y a su vez, permite al usuario tener la oportunidad de un aprendizaje autodirigido según el nivel de captación propio. También son relevantes considerar los atributos genéricos, al evaluar un software educativo, pues en ellos se consideran los aspectos psicológico y cognoscitivo que evidencian el aprendizaje significativo del usuario.

La multimedia en el proceso de aprendizaje

Mediante el uso del computador y la tecnología de las telecomunicaciones, es posible crear ambientes tridimensionales y multiuso, que permitan simular la realidad, donde el estudiante navega a través de una red de actividades que lo estimulan cognitiva y afectivamente. En este sentido, la tecnología ha evolucionado de su rol como emisor de la información hacia el desarrollo de un nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje, el cual consiste en que el estudiante desarrolle sus propias redes de conocimiento (Vaughan, 2005)

De ahí que la multimedia represente una colección de tecnologías basadas en la utilización del computador, en el que brinda al usuario la capacidad de acceder y procesar información en por los menos tres de las siguientes formas; texto, gráficas, imagen fija, imagen con movimiento y audio, donde se permita controlar ciertos elementos y hasta el momento en que deben presentarse la información.

Lo que ha llevado en últimas décadas, a la multimedia en diferentes ámbitos profesionales y para denominar diferentes tipos de tecnologías u obras, pero con un mismo concepto "la integración de distintos medios de expresión y comunicación de forma simultánea para cumplir un objetivo definido. Para así contribuir a la evaluación del proceso de aprendizaje como emisor de información, hacia la mediación de actividades que permitan al que se forma, navegar (indagar) y crear redes de aprendizaje individualizadas de alto significado y valor cognitivo; lo cual involucra un proceso de

transformación de las aplicaciones fragmentadas dirigidas hacia la adquisición de nuevos conceptos (Vaughan, 2005)

Metodología

La investigación se clasificó como proyectiva, regida por un diseño de campo, utilizando como marco poblacional los estudiantes del Programa de Ingeniería Mecánica cursantes de la unidad curricular Ciencias de los Materiales; transeccional pues se llevó a cabo en un periodo de tiempo determinado y no experimental, ya que no se requirió manipular la variable objeto de estudio.

Por otra parte, con la finalidad de conocer la viabilidad de la propuesta educativa, se aplicaron dos cuestionarios para caracterizar la situación actual del aprendizaje de los estudiantes en cuanto al contenido Estructura Cristalina de los Materiales y el recurso utilizado por los docentes. El primero fue tipo prueba de conocimiento realizado a la muestra estudiantil, con 33 interrogantes y estructurado para emitir dos opciones de respuestas con una solo correcta; mientras el segundo, estuvo conformado por 16 interrogantes para consultar a los docentes que facilitan el contenido, con tres opciones de respuestas.

Los instrumentos de recolectados fueron validados por medio del juicio de expertos y se analizó su confiabilidad por el coeficiente Kuder-Richardson y Cronbach, de acuerdo a las características de los mismos, presentando alta correspondencia con los objetivos previstos.

La prueba permitió establecer, el grado de aprendizaje o conocimiento alcanzado por los estudiantes acerca del contenido Estructura Cristalina de los Materiales, en lo referido al reconocimiento de materiales por medio de sus características (propiedades), arreglos e imperfecciones cristalinas, problemas de aplicación, entre otros aspectos, con la ayuda del siguiente baremo (cuadro 1):

Cuadro 1. Escala para medir el grado de conocimiento de los participantes

Grado de conocimiento	Deficiente (%) 0,00 – 33,01	Regular (%) 33,02 – 66,98	BIEN (%) 66,99 – 100
Alto	21,70 – 33,01	55,67 – 66,98	89,63 – 100,00
Medio	10,38 – 21,69	44,34 – 55,66	78,31 – 89,62
Bajo	0,00 – 10,37	33,02 – 44,33	66,99 – 78,30

Fuente: Acosta (2000)

Población

La población ciento cincuenta (150) estudiantes del Programa de Ingeniería Mecánica del Núcleo LUZ COL con conocimiento en la temática Estructura Cristalina de los Materiales y tres (03) docentes involucrados en el proceso de aprendizaje de la misma, estimando una muestra de sesenta (60) estudiantes, empleando el muestreo aleatorio, probabilístico o al azar.

Resultados de la investigación

Para llevar a cabo la propuesta de la herramienta tecnológica para el aprendizaje del contenido de la Estructura Cristalina de los Materiales, se caracterizó la situación actual del aprendizaje de los estudiantes, donde el instrumento aplicado (prueba de conocimiento) reveló que estos no comprenden el arreglo atómico mediante el análisis de la celda unitaria, lo cual dificulta el estudio del comportamiento de cualquier material sólido, al no poder establecer relaciones entre las características y la disposición de los átomos en el mismo. A la par cuando se les consultó acerca de la irregularidades atómicas, se observó que el grado de conociendo alcanzado fue superior al relacionado con el del arreglo atómico, lo que pudiera inferir que no existen las condiciones para un aprendizaje significativo de este último contenido.

De igual manera se detectaron debilidades a la hora de resolver los problemas de aplicación, pues pocos estudiantes vincularon la teoría para la ejecución de los mismos, revelándose que no son capaces de relacionar los contenidos nuevos con los ya adquiridos.

Quedando evidenciado en la prueba de conocimiento, que el aprendizaje alcanzado por los estudiantes no se produjo por un vacío cognitivo, puesto que debe existir algún tipo de asociación, pero no en el sentido de una interacción como en el aprendizaje significativo. En todo caso debe reorientarse el proceso de aprendizaje de la temática estructura cristalina, con el propósito que el estudiante no solo aprenda la información, sino que aprenda la forma de adquirir la misma.

Con respecto a los recursos utilizados para facilitar los contenidos de la temática, se observó el uso de recursos tradicionales como el pizarrón, lo que origina que los estudiantes asuman una posición pasiva en su proceso de aprendizaje. De ahí, que sí se le proporcionan contenidos adecuadamente claros y disponibles en su estructura cognitiva durante el proceso de aprendizaje como puntos de anclaje con sus conocimientos previos, con un recurso motivador como el computador, se podrán crear ambientes de aprendizaje ricos y variados, para que los estudiantes apliquen sus conocimientos en situaciones apropiadas que favorezcan la transferencia a las condiciones reales de trabajo (Ausubel y Col., 2005)

Software para el aprendizaje de la Estructura Cristalina de los Materiales

Para el desarrollo del software educativo propuesto, se seleccionó la metodología del Grupo "Enlaces" (1998), la cual es una integración de los modelos de Boehm, Sommerville y De Grace, actualmente en ejecución en la Universidad de la Frontera y que es parte del programa MECE (mejoramiento de la equidad y calidad de la educación) del Ministerio de Educación de Chile. La mencionada metodología, recomienda un modelo general de producción de software a través de la sucesión de cuatro actividades principales a saber: Descripción del proyecto, Diseño de la aplicación, Desarrollo de la aplicación y Pruebas, algunas de las cuales se ejecutaron en paralelo.

1. Definición del proyecto. El proyecto surgió de la necesidad de utilizar un recurso innovador como apoyo al proceso de aprendizaje de la asignatura Ciencia de los materiales en la temática referida a la Estructura Cristalina de los Materiales, que permita a los estudiantes reorientar los contenidos obtenidos en una clase magistral, a través de una herramienta que haga significativa y

placentera la tarea de aprender, cuando se genere la interacción entre el participante y el material en estudio.

Para definir el contexto de la aplicación, se cumplieron las subfases que se describen a continuación:

Determinación del tiempo de ejecución: se establecieron las actividades para la metodología a desarrollar, observable en el cuadro 2; así mismo, se fijaron las secuencias de actividades para la planificación y los tiempos aproximados de ejecución.

Cuadro 2. Plan de actividades para el desarrollo del software educativo “Estructura Cristalina de los Materiales”

ACTIVIDAD		DURACIÓN (DÍAS)
ETAPA 1: DEFINICIÓN DEL PROYECTO		
A	Descripción del contexto. Contenido y propósito del software	10
B	Características de los usuarios	05
C	Definición de ambiente de uso: lugar y circunstancia	12
D	Estudio de factibilidad operativa, técnica y económica	22
ETAPA 2: DISEÑO		
E	Búsqueda y selección de contenido	21
F	Elaboración del diseño educativo	14
G	Elaboración del diseño instruccional	7
H	Elaboración de estrategias instruccionales	15
I	Elaboración de recursos instruccionales	10
J	Elaboración de estrategias de autoevaluación	5
K	Definición de la interfaz de navegación	18
L	Diseño de presentación de pantallas	10
ETAPA 3: DESARROLLO		
M	Elaboración de guiones de producción	28
N	Definición de las herramientas a emplear en la producción	10
O	Desarrollo de la estructura interna con herramienta de software y multimedia	60
ETAPA 4: PRUEBAS		
P	Selección de experto para evaluar el software	3
Q	Aplicación de prueba Alfa	5
R	Corrección de errores / sugerencias	10
S	Selección de alumnos para pruebas pilotos	5
T	Aplicación de prueba Beta	10
U	Corrección de errores / sugerencias	10
V	Elaboración de manual del usuario	5

Fuente: Los autores (2019)

Descripción del contexto: se determinaron los requerimientos básicos del software, realizando un diagnóstico de la problemática o necesidad planteada, referida a las dificultades de los estudiantes

en cuanto al estudio del contenido Estructura Cristalina de los Materiales y los recursos empleados por el docente para facilitar el aprendizaje.

El software está dirigido a estudiantes cursantes de la asignatura Ciencia de los Materiales, contemplada en el plan de estudio de la carrera de Ingeniería Mecánica. No obstante, por las características del programa computacional, el mismo puede ser utilizado por cualquier estudiante o persona que desee obtener información sobre su contenido, ya que fue desarrollado bajo un ambiente que fomenta el autoaprendizaje como una capacidad necesaria para el nuevo profesional que se incorporará a la industria.

Propósito del Software Estructura Cristalina: ofrecer fundamentos teóricos relacionados con la Estructura Cristalina presente en los materiales, que permita a los estudiantes reorientar su proceso de aprendizaje en aquellos aspectos que presente dificultad, incrementando su grado de conocimiento con un recurso basado en las nuevas tecnologías. Con el mismo, se pretende que el usuario identifique las características o propiedades de los materiales, reconozca los arreglos atómicos presentes y cómo las características de la celda unitaria influyen en la red cristalina.

En cuanto al tiempo de avance que debe establecerse para el recorrido por los módulos, se consideró que debe ser según el ritmo de cada usuario y no impuesto por el software. De igual manera con respecto a las sesiones, estas no deben ser extensas, por lo que se diseñaron muchas sesiones breves para facilitar y garantizar su asimilación (máximo dos horas pedagógicas diarias)

Estudio de factibilidad: el diseño del software se sustenta en un estudio de factibilidad que se realizó tomando en consideración aspectos operativos, económicos y técnicos. En cuanto al aspecto operativo, se conformó en primer lugar, un grupo de trabajo multidisciplinario integrado por un ingeniero de computación, un diseñador gráfico, un especialista en pedagogía y un especialista en contenido (autor de la investigación), quienes diseñaron un prototipo que pudiese ser utilizado por un usuario autodidacto, pues su navegación, interactividad y convergencia de multimedios así lo permitieran, por lo que no requiere la ayuda de algún especialista en computación para su manejo, ya que cuenta con un manual para el usuario, lo que hace al software operativamente factible.

De igual manera, para el diseño del software se realizó un análisis costo-beneficio, que permitió identificar y medir los costos de desarrollo operativo y los beneficios que obtiene el usuario.

Los equipos empleados para el desarrollo y producción del software, se mencionan en el cuadro 3:

Cuadro 3. Características de los equipos utilizados en el desarrollo y producción del software educativo “Estructura Cristalina de los Materiales”

Hardware	Software
<ul style="list-style-type: none">• Dos (2) computadores (uno para diseño y otro para producción) con monitor a color (al menos de 14 pulgadas), Intel® Core™ i5-2400, con velocidad de procesamiento de 3.10 Ghz, 6Mb de RAM, unidad lectura-escritura Sata SuperMulti DVD, kit multimedia completo• Periféricos para digitalizar videos (a color, 30 cuadros por segundo), audio (estéreo, a 11 Khz. de frecuencia de muestreo) e imágenes estáticas y animadas (a color, resolución de 300 dpi)• Se estimó 300 Mb para almacenar y editar la información en disco duro.	<ul style="list-style-type: none">• Sistema operativo para administrar los recursos: Windows XP Professional.• Programas para retocar información digitalizada y crear ilustraciones: Macromedia Freehand 10.0. y Adobe PhotoShop 7.0• Programa para desarrollar animaciones: Macromedia Fash MX• Programa de autoría que permita integrar textos, imágenes, videos y sonido en una aplicación: Macromedia Authorware 6.5 Attain

Fuente: Los autores (2019)

Por otra parte, para ejecutar el software se requiere de un (1) computador Pentium III o superior, con monitor a color de al menos catorce pulgadas, procesador Intel® Pentium® G630T Velocidad del procesador 2,3 GHz RAM de 3 MB de memoria RAM y unidad de lectura de CD de 52x, kit multimedia completo.

Técnicamente, se realizó un estudio de los recursos necesarios para satisfacer los requerimientos, considerando que los sistemas actuales pueden actualizarse o completarse. Adicional a esto, como la mayoría de los usuarios cuenta con equipos que funcionan bajo ambiente Windows 2000, y cumple con los requisitos mínimos para que software funcione perfectamente, no es necesario contar con una gran plataforma.

2. Diseño del Software. En el diseño del software se consideraron tres aspectos relevantes: (a) diseño educativo, (b) diseño de interfaz de navegación y (c) diseño de presentación de pantallas.

En cuanto al *diseño educativo*, el software se concibió como un material educativo computarizado que cubre los aspectos educacionales, comunicacionales y computacionales para crear un ambiente educativo multimedia, convirtiéndolo en una herramienta que sirva de apoyo al proceso de aprendizaje del contenido "Estructura Cristalina". Lo cual hace posible, la conexión con otros medios y recursos instruccionales, que permitió el diseño de un ambiente relevante para el usuario.

Estrategias instruccionales

Las estrategias utilizadas en el software educativo son de procesamiento, las cuales le aseguran al estudiante un proceso de captación e ingreso de nueva información, destrezas mentales y un exitoso almacenamiento en la memoria de manera permanente.

Para lograrlo se aplicaron los eventos de Gagné (citado por Galvis 2000), como se detallan a continuación:

La aplicación se inicia con una animación de elementos relacionados con el área de estudio, para fomentar el interés en el usuario y la motivación a continuar. Inmediatamente, se le informa el propósito del software y se le invita a conocer su contenido.

El evento siguiente es la *aprehensión*, incorporando iconos y botones que permiten el libre acceso a los contenidos, tanto en el menú principal, como en los submenús para cada módulo especificado, lo que facilita la construcción de su propio aprendizaje hacia lo deseado o necesitado.

El tercer evento es la *adquisición*, donde se suministra al usuario, esquemas de codificación; para lo cual en cada módulo, la información de los temas se presenta en forma sencilla y estructurada, haciendo uso de: animaciones, sonidos, cuadros de textos, imágenes hipervínculadas e hipertextos, lo que facilita la comprensión de los contenidos significativos y contextuales.

Seguidamente a través de los organizadores de ideas y eventos propuestos en el software se promueve la generalización; estrategia destinada a crear y potenciar enlaces entre los conocimientos previos y la nueva información, para lograr el aprendizaje significativo de los contenidos. Para ello, se comprueba si el proceso de aprendizaje se cumplió de acuerdo con lo planificado (evento de realización), se emiten actividades autorreguladoras, con las cuales el usuario trabaja en forma reflexiva y creativa, para verificar así su conocimiento y desempeño relacionado con el tema en estudio.

De ahí que cada intervención del usuario en el desarrollo de las actividades mencionadas, es retroalimentada, es decir, se le informa de su actuación en forma inmediata y los mensajes que se emiten, tratan que el usuario mantenga siempre su estado afectivo positivo, aun cuando sus respuestas no sean las adecuadas, sugiriendo algunas veces revisar el contenido de la unidad y mantener así la retroalimentación.

Recursos instruccionales

Haciendo uso del computador como principal recurso instruccional y sus periféricos, el participante visualizará texto, imágenes, animaciones e hipertextos.

Estrategias de evaluación

La evaluación es de tipo formativa; a tal efecto, se proporciona una serie de actividades diseñadas para que el participante lleve su control y decida hasta qué punto está asimilando el contenido.

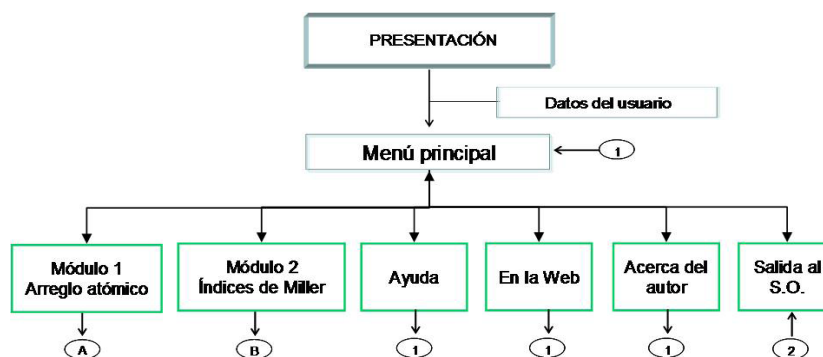
El resultado de la actuación del participante no se emite en forma porcentual, sino que después de cada pregunta o propuesta se retroalimenta la participación del aprendiz e inmediatamente se visualiza el total de respuestas correctas e incorrectas que va obteniendo, esto le permite hacerse conjeturas acerca de su actuación.

Diseño de la interfaz de navegación

Se realizó de acuerdo a los datos sugeridos por expertos en el área de informática educativa. En primer lugar se integró el contenido conforme al diseño instruccional señalado anteriormente, seguidamente se diseñaron los aspectos algorítmicos y estructurales que definen la estructura compuesta de navegación del programa, para que el usuario tenga la libertad de escoger su ruta de navegación lineal o no lineal, ya que cada unidad de información es independiente una de la otra.

La estructura puede apreciarse en los mapas de navegación que se describen a continuación:

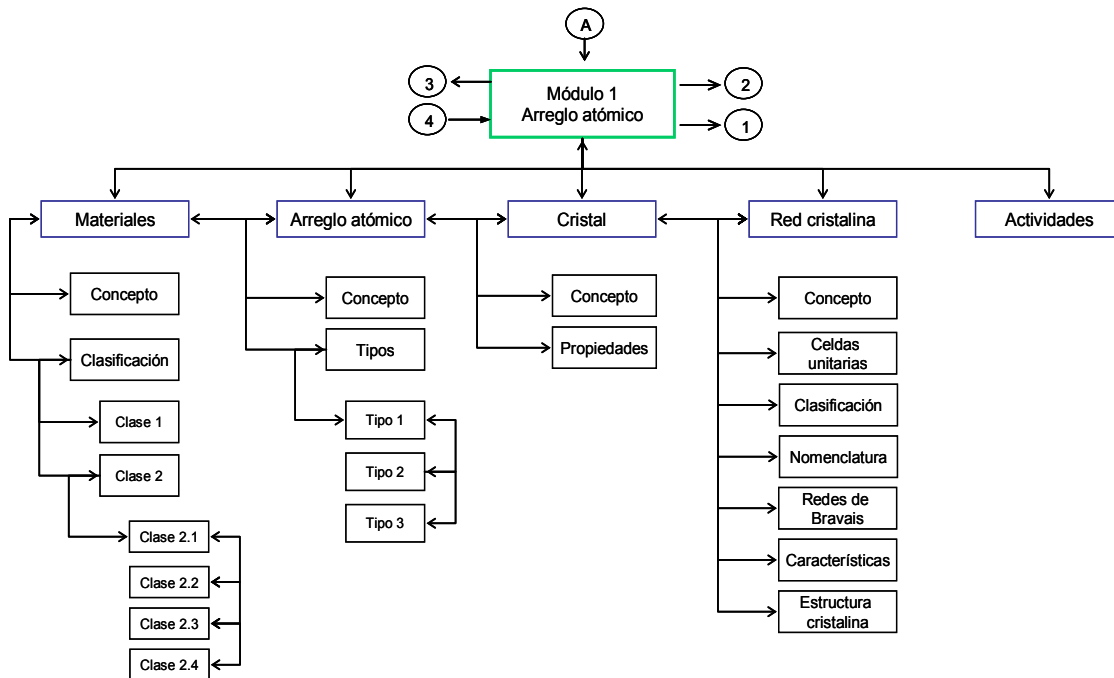
En la gráfica 1 se aprecia la estructura principal del software, conformada por la pantalla de presentación, la cual tiene acceso a dos módulos: módulo 1 "arreglo atómico" y módulo 2 "índices de Miller", así como los botones de ayuda, que suministra información específica acerca del manejo del software; el de acceso a la Web, en el cual existen direcciones de acceso a la red sobre información relacionada al tema de Estructura Cristalina de los Materiales; el de acceso a datos del autor y el botón de salida a Windows para abandonar el software.



Gráfica 1. Diseño de mapa de navegación principal
Fuente: Los autores (2019)

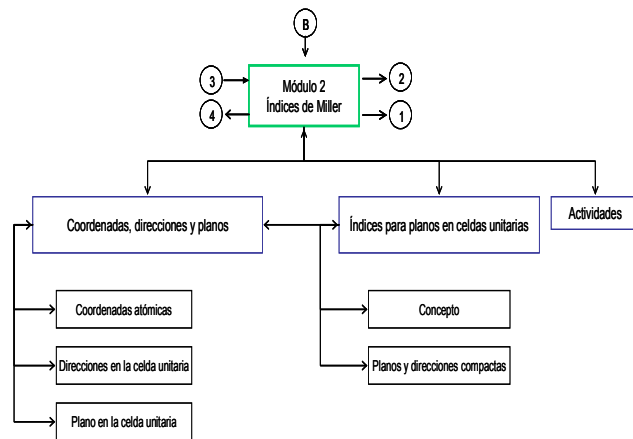
La gráfica 2, muestra el mapa de navegación del módulo 1 referido a los arreglos atómicos. Accediéndose a éste desde el menú principal, el usuario podrá navegar desde la definición de materiales, tipos de materiales hasta aspectos relacionados con la red cristalina en estructuras metálicas. Además cuenta con botones de acceso al módulo 2, y a actividades relacionadas con la temática mostrada.

En la referida gráfica, se muestra que la navegación es lineal o no lineal dependiendo del avance del usuario y se realiza por medio de los botones entre fases (pantallas de contenido); cuenta con el botón de salida, el cual conduce al usuario al menú principal



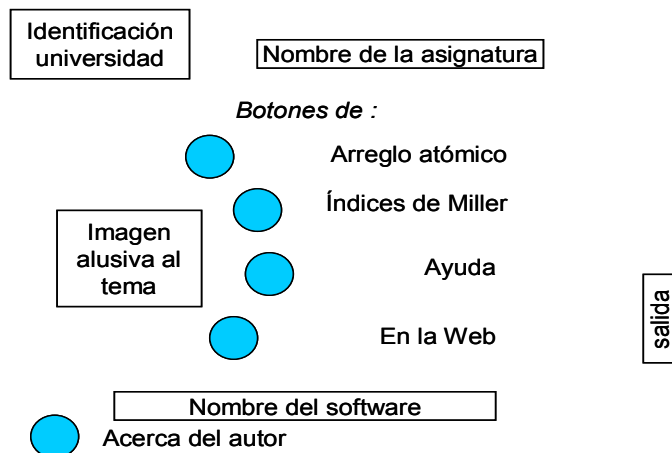
Gráfica 2. Diseño mapa de navegación módulo 1.
Fuente: Los autores (2019)

Por su parte la gráfica 3, representa el módulo 2 referido a los índices de Miller. Accediendo a éste desde el menú principal, el usuario podrá navegar desde la definición de coordenadas, direcciones y planos atómicos hasta los procedimientos para determinar la notación de Miller utilizada para una dirección o plano cristalográfico. Además de contar con botones que le brindan la oportunidad de regresar al módulo 1, realizar actividades para el estudio y de abandonar el módulo, regresándolo al menú principal.



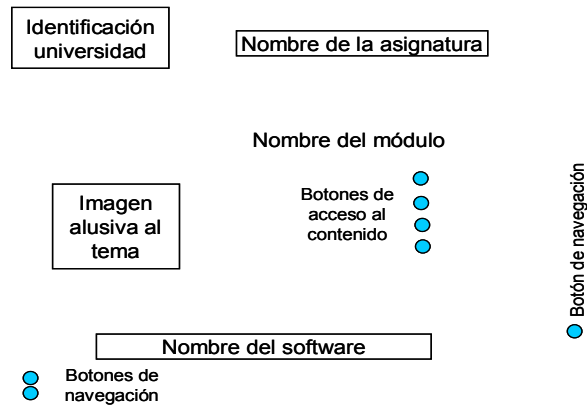
Gráfica 3. Diseño mapa de navegación módulo 2
Fuente: Los autores (2019)

Una vez realizados los mapas de navegación del software, se procedió a elaborar el diseño de pantallas, tal como se observa en las gráficas siguientes: La pantalla de presentación del menú principal, está conformada por el nombre del software en la parte central inferior, 6 botones de acceso distribuidos a lo largo de la pantalla, la identificación de la universidad en el área superior derecha de la pantalla y en la parte central derecha se refleja una imagen sobre un cristal cualquiera (gráfica 4)



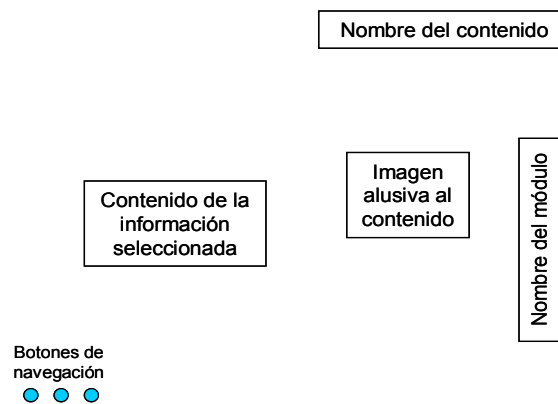
Gráfica 4. Diseño de pantalla de menú principal.
Fuente: Los autores (2019)

Las pantallas de los módulos 1 y 2, fueron diseñadas siguiendo un criterio de uniformidad, los cuales poseen botones de navegación, imagen alusiva al tema y contenido de los módulos, tal como se ilustra en la gráfica 5.



Gráfica 5. Diseño de pantalla de módulos.
Fuente: Los autores (2019)

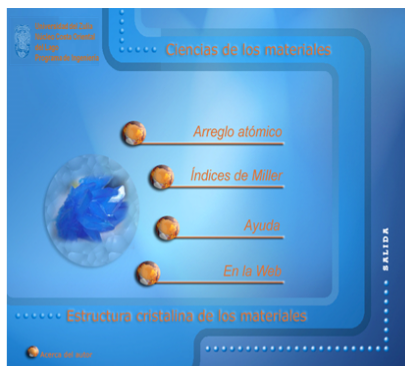
La maqueta de las pantallas de contenidos, mostrada en la gráfica 6, se diseñó con un fondo sencillo, con figuras ubicadas a la izquierda del contenido, botones de navegación localizados en parte inferior derecha, el nombre del contenido en la parte superior izquierda y el nombre del módulo se mantiene en la parte en el borde izquierdo de la pantalla.



Gráfica 6. Diseño de pantalla de contenido.
Fuente: Los autores (2019)

3. Desarrollo del software Estructura Cristalina de los Materiales. La fase descrita anteriormente, permitió definir la estructura interna que posee el software, por lo que seguidamente se presentan los pasos seguidos en la elaboración de guiones de producción, a fin de establecer el funcionamiento y la interfaz gráfica del software.

En los guiones de producción para las pantallas principales de presentación y en los de las fases de los módulos, se conjugan diferentes medios como textos, hipertextos, sonido, imágenes fijas e hipervinculadas y animación, todos ellos balanceados de manera que contribuyan a mejorar el aprendizaje del usuario.



Interactividad

Esta pantalla forma parte del archivo distinguido con el nombre de software estructura.a6p, ubicado dentro de un mapa denominado "menú principal", el acceso a los temas es libre haciendo clic en los botones respectivos.

Nota de producción

Fondo:

Fondo realizado con los programas Freehand 10.0 y Photoshop 7.0. Presenta un montaje con elementos alusivos al tema con mezcla de colores azules.

Tipografía:

Toda la tipografía está elaborada en fuente arial 18 y 14 pts. en colores anaranjado y blanco

Efectos:

El título tiene aplicado un efecto de transición wipe right en Authorware 6.5, con duración de 1 segundo; seguido de la presentación de los temas con el mismo efecto y duración.

Navegación:

Esta pantalla se despliega automáticamente después de la presentación y da acceso a los temas, a la salida, ayuda, en la Web y acerca del autor, por medio de los botones respectivos.

Gráfica 7. Guión de producción pantalla menú principal.
Fuente: Los autores (2019)



Interactividad

Esta pantalla forma parte del archivo distinguido con el nombre de software estructura.a6p, ubicado dentro de un mapa denominado "módulo 1: Arreglo atómico", el acceso a las lecciones es libre haciendo clic en los botones respectivos.

Nota de producción

Fondo:

Fondo realizado con los programas Freehand 10.0 y Photoshop 7.0. Presenta un montaje con elementos alusivos al tema con mezcla de colores azules.

Tipografía:

Toda la tipografía está elaborada en fuente arial 18 y 14 pts. en colores anaranjado y blanco

Efectos:

El título tiene aplicado un efecto de transición wipe right en Authorware 6.5, con duración de 1 segundo; seguido de la presentación de los temas con el mismo efecto y duración.

Navegación:

Esta pantalla se despliega al presionar el botón correspondiente en el menú principal y da acceso a las lecciones, al módulo 2, actividades y regreso al menú principal

Gráfica 8. Guión de producción pantalla de menú del módulo 1:
Arreglo atómico.
Fuente: Los autores (2019)



Interactividad

Esta pantalla forma parte del archivo distinguido con el nombre de software estructura.a6p, ubicado dentro de un mapa denominado "módulo 2: Índices de Miller", el acceso a las lecciones es libre haciendo clic en los botones respectivos.

Nota de producción

Fondo:

Fondo realizado con los programas Freehand 10.0 y Photoshop 7.0. Presenta un montaje con elementos alusivos al tema con mezcla de colores azules.

Tipografía:

Toda la tipografía está elaborada en fuente arial 18 y 14 ptos. en colores anaranjado y blanco

Efectos:

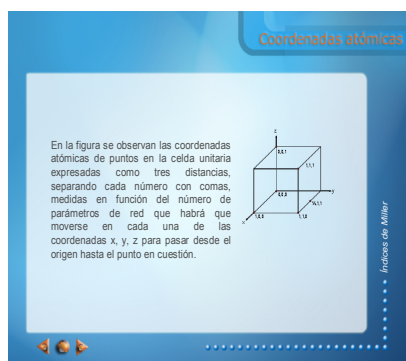
El título tiene aplicado un efecto de transición wipe right en Authorware 6.5, con duración de 1 segundo; seguido de la presentación de los temas con el mismo efecto y duración.

Navegación:

Esta pantalla se despliega al presionar el botón correspondiente en el menú principal y da acceso a las lecciones, al módulo 1, actividades y regreso al menú principal

Gráfica 9. Guión de producción pantalla de menú del módulo 2:
Índices de Miller.

Fuente: Los autores (2019)



Interactividad

Esta pantalla forma parte del archivo distinguido con el nombre de software estructura.a6p, ubicado dentro de un mapa denominado "módulo 2: Índices de Miller, coordenadas atómicas", el acceso a las páginas es libre haciendo clic en los botones respectivos.

Nota de producción

Fondo:

Fondo realizado con los programas Freehand 10.0 y Photoshop 7.0. Presenta un montaje con elementos alusivos al tema con mezcla de colores azules y en el centro un recuadro blanco.

Tipografía:

Toda la tipografía está elaborada en fuente arial 18 y 14 ptos. en colores anaranjado, blanco y negro.

Efectos:

El título tiene aplicado un efecto de transición wipe right en Authorware 6.5, con duración de 1 segundo; seguido de la presentación del contenido teórico.

Navegación:

Esta pantalla se despliega al presionar el botón correspondiente en el menú de las lecciones y da acceso al contenido, a la paginación y regreso al menú de lecciones y módulo.

Gráfica 10. Guión de producción pantalla de menú de contenido del módulo 2:
Índices de Miller.

Fuente: Los autores (2019)

Por otra parte, para la producción del software se establecieron las siguientes herramientas:

- **Microsoft Word 2007 para Windows:** procesador de textos que se utilizó para la edición del contenido textual.
- **Adobe PhotoShop 7.0:** programa que permite el retoque fotográfico, la pintura en color, la edición y el tratamiento de imágenes, con el cual se diseñaron las pantallas de presentación del software.

- **Macromedia Freehand 10.0:** potente software de ilustración vectorial profesional. Se utilizó en el producto para la creación de los gráficos vectoriales, que posteriormente fueron retocados en PhotoShop.
- **Macromedia Fash MX:** sencilla y potente herramienta de creación de aplicaciones multimedia, que ayudo a ensamblar y secuenciar los elementos del proyecto para crear animaciones interactivas.

Como herramienta principal de autoría se seleccionó Macromedia Authorware 6.5 Attain, por ser una herramienta de gran ayuda, debido a su versatilidad y compatibilidad con las demás aplicaciones señaladas. Se trata de un sistema basado en iconos, los cuales son arrastrados desde una paleta para formar un diagrama de flujo.

La herramienta incluye iconos de visualización, pausa y de borrado, que después de arrastrar el icono sobre el diagrama de flujo, éste es editado. Por ejemplo con el icono de visualización se puede añadir texto y gráficas y, con el icono de borrado se especifica qué se va a borrar y qué efecto usar.

Entre las características más relevantes de la herramienta seleccionada se tienen:

- Authorware cuenta con poderosas funciones y variables incluidas que simplifican la generación de evaluaciones y reportes de desempeño de los usuarios que interactúan con una producción.
- Los medios utilizados en una producción de Authorware pueden quedar incrustados o enlazados externamente y conservar su formato de archivo original, lo cual facilita su edición o actualización, aún si se encuentran ubicado en un servidor de intranet.
- Optimiza los recursos de almacenamiento del medio de distribución, debido a que Authorware permite enlazar medios contenidos en archivos externos, al disponer de un medio de distribución para Windows y otro para Macintosh.
- Posee una arquitectura abierta que permite extender las capacidades de la herramienta, al integrar controles de ActiveX, controladores ODBC para conectividad a base de datos y Xtras para transiciones, QuickDraw 3D, QuickTime VR y nuevas tecnologías.
- Incluye la tecnología de flujo continuo de datos (Streaming) de Shockwave de Macromedia que permite llevar las producciones a redes e intranets.

4. Pruebas del software Estructura Cristalina de los Materiales. Las pruebas realizadas en esta fase fueron la prueba alfa y la prueba beta.

Con relación a la primera, se seleccionó un grupo de expertos (en contenido, metodología e informática) quienes revisaron el material educativo y dieron sus apreciaciones al grupo de trabajo, en cuanto a modificaciones al producto hasta la etapa de desarrollo, pues el mismo no será implementado a esta fecha.

Las opiniones, sobre el material educativo, analizadas por el grupo de trabajo, se resumen a continuación: a) el experto en contenido consideró que el material satisface los requerimientos establecidos; b) el experto en metodología opinó que el material provee los elementos necesarios para lograr un aprendizaje significativo y c) el experto en informática señaló que se cumple a

cabalidad los aspectos de funciones de apoyo a los usuarios, estructura lógica del material, interfaz entre usuario y programa, requerimientos y mantenimiento del paquete, como el de documentación.

La segunda prueba realizada fue la prueba beta, que permitió efectuar la valoración operacional del material, aun cuando no se va a implementar; con ella se buscó, determinar errores con relación a la conducta de entrada o con el análisis estructural de instrucción, así como detectar fallas en la comunicación textual, grafica, sonora y de presentación del material; prueba fue ejecutada en presencia del desarrollador del producto con usuarios potenciales quienes interactuaron con el programa, tomando nota de los comentarios y actuaciones de los usuarios al utilizar el material, determinando los problemas, para posteriormente hacer los ajustes pertinentes y se ensayó la corrección con los mismos.

En forma general, los usuarios coincidieron que el sistema de control dado por el programa a los usuarios es bueno, las instrucciones de uso y ayudas operativas eran apropiadas, claras, completas y, sobre todo, oportunas. Igualmente la forma como se llega al contenido es clara, concisa y bien dosificada, los ejemplos son precisos, los mensajes amigables, así como la interfaz es agradable y consistente, concluyéndose que el software cumple los requisitos para su implementación.

Consideraciones finales

Por tratarse de un programa para computadora, se requiere una serie de pasos que permitan su diseño, elaboración y funcionamiento, con el propósito conocer la factibilidad de ser o no creados.

Es por ello, que para el diseño de la herramienta tecnológica Estructura Cristalina de los Materiales aplicaron inicialmente, instrumentos que consintieron conocer la situación actual del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Mecánica, en cuanto a la temática de estudio y el recurso utilizado por el docente; evidenciando que se requiere del empleo de un recurso motivador como el computador, además de estrategias que ayuden a reorientar el aprendizaje obtenido en una clase magistral.

Una vez realizado el diagnóstico, se conformó un equipo de trabajo para desarrollar la navegabilidad, interfaz, bocetos, guiones de producción e incorporación de los elementos de multimedia, en la construcción del tutorial interactivo para dar vida a la herramienta tecnológica. Además se determinó la funcionabilidad del software, mediante la ejecución de las pruebas alfa y beta, seleccionando, expertos en el área de contenido, metodología e informática, así como de usuarios potenciales, quedando demostrada la viabilidad del producto.

Lo anterior permitió dar cumplimiento a las etapas propuestas de la metodología del Grupo Enlaces, que permitieron delinear y establecer los elementos fundamentales, a fin de integrar el componente educativo al componente computacional.

Referencias bibliográficas

- Acosta, D. (2002). **Software educativo para el aprendizaje autodirigido de los enfoques epistemológicos y sus respectivas secuencias operativas de la investigación**. Tesis de maestría. Universidad Rafael Belloso Chacín, Maracaibo, Venezuela.
- Ausubel, D.; Novak, J. y Hanesian, H. (2005). **Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo**. Editorial Trillas, México.
- Galvis, A. (2000). **Ingeniería de software educativo**. Ediciones Uniandes, 2da reimpresión, Bogotá, Colombia.
- Grupo Enlaces (1998). **Método de desarrollo software educativo**. [Información en línea] [Consultada: Junio 2018]
- Marín y Fuentes (1994). **Estructuras básicas del software educativo**. Comunicación y Pedagogía. Editorial Limusa. México.
- Sánchez, J. (2002). **Fundamentos teóricos del software educativo**. Proyecto Enlaces. Universidad de Chile. Centro Zonal Universitario de Chile, Santiago de Chile.
- Vaughan, T. (2005). **Multimedia**. Editorial McGraw - Hill Interamericana, 5ta edición, México.