

**REESTRUCTURACIÓN DEL MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO
PARA TERMODINÁMICA QUÍMICA I**

EDUARD AUGUSTO PALOMINO CABALLERO

FRANCIS GUILLERMO IBARRA PRADO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
BUCARAMANGA**

2004

**REESTRUCTURACIÓN DEL MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO
PARA TERMODINÁMICA QUÍMICA I**

**EDUARD AUGUSTO PALOMINO CABALLERO
FRANCIS GUILLERMO IBARRA PRADO**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de
Ingeniero Químico.

Director

HUMBERTO ESCALANTE HERNANDEZ

Ingeniero Químico PhD.

Co-Director

CRISOSTOMO BARAJAS FERREIRA

Ingeniero Químico M.Sc.

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
BUCARAMANGA**

2004

CONTENIDO

	<i>Pág.</i>
INTRODUCCIÓN	1
1. FUNDAMENTOS TEORICOS	4
1.1 ESTADO DEL ARTE	4
1.1.1 Las computadoras en la enseñanza	5
1.1.2 Proyectos europeos	5
1.1.3 La revolución de la microcomputadora	6
1.1.4 Realidad colombiana	8
1.1.5 Proyectos en la Universidad Industrial de Santander	12
1.2 MARCO TEORICO	13
1.2.1 El computador como medio educativo	13
1.2.2 Materiales educativos computarizados	14
1.2.3 Teorías del aprendizaje	16

1.2.4	Focos de atención en las diferentes teorías del aprendizaje	17
2.	DESARROLLO METODOLÓGICO DEL MEC	19
2.1	INVESTIGACION	20
2.1.1.	Identificación de necesidades	20
2.1.1.1	Reconocimiento	21
2.1.1.2	Diagnóstico del MEC existente	21
2.2	DISEÑO DE LA NUEVA VERSIÓN DEL MEC	24
2.2.1	Estructuración	25
2.2.1.1	Selección del modelo pedagógico	25
2.2.1.2	Selección del tipo de material educativo	29
2.2.1.3	Selección de temas de Termodinámica Química	29
2.2.1.4	Selección de herramientas de solución	29
2.2.2.	Diseño de la interfaz	31
2.3.	DESARROLLO DEL MEC TUTORIAL	33

2.3.1	Elaboración del sistema administrador.	34
2.3.2	Elaboración de los módulos temáticos.	34
2.4	VALIDACIÓN DE LA HERRAMIENTA	35
2.4.1	Prueba piloto	36
2.4.2	Prueba de campo	36
3.	RESULTADOS DEL DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE LA NUEVA VERSIÓN DEL MEC TUTORIAL PARA TERMODINAMICA QUIMICA I	38
3.1	ANALISIS DE RESULTADOS	38
3.1.1	Resultados de la fase de investigación	38
3.1.1.1	Actividad de Reconocimiento	38
3.1.1.2	Actividad de Diagnostico	39
3.1.2	Resultados de la fase de diseño	44
3.1.2.1	Selección de temas de termodinámica	44
3.1.2.2	Diseño de la interfaz	44

3.1.3 Resultados de la fase de desarrollo	45
3.1.3.1 Barra de herramientas principal	46
3.1.3.2 Módulos temáticos	48
3.1.3.3 Formularios adicionales	53
3.1.4 Resultado de la fase de validación	56
3.1.5 Resultado final	57
4. CONCLUSIONES	58
5. RECOMENDACIONES	59
6. BIBLIOGRAFIA	60
7. ANEXOS	63

LISTA DE TABLAS

		<i>Pág.</i>
Tabla 1	Evaluación de los componentes de programación del MEC existente.	40
Tabla 2	Evaluación del contenido desarrollado en el MEC existente	42
Tabla 3	Resultados de la segunda encuesta	45
Tabla 4	Barra de botones de acción	46
Tabla 5	Actividades de evaluación de la herramienta	57

LISTA DE CUADROS

		<i>Pág.</i>
Cuadro 1	Primeros intentos por automatizar la educación	4
Cuadro 2	Situación colombiana	9
Cuadro 3	Grupos de estudio en informática educativa en Colombia.	10
Cuadro 4	Materiales educativos computarizados	16
Cuadro 5	Criterios de evaluación de los componentes de programación del MEC existente.	23
Cuadro 6	Paquetes de programación utilizados en la creación de la nueva versión del MEC	30
Cuadro 7	Taxonomía computacional de la nueva versión MEC para Termodinámica Química I	32
Cuadro 8	Actividades de análisis, evaluación y validación del MEC	36
Cuadro 9	Botones de progreso	47

LISTA DE FIGURAS

		<i>Pág.</i>
Figura 1	Teorías del aprendizaje	17
Figura 2	Metodología para la construcción de MECs	19
Figura 3	Actividades de la fase de investigación	20
Figura 4	Actividades de la fase de diseño del MEC	25
Figura 5	¿Cómo aprende la gente?	28
Figura 6	Actividades de la fase de desarrollo del MEC	33
Figura 7	Barra de herramientas principal	48
Figura 8	Texto estático	49
Figura 9	Texto dinámico y gráficos activos	50
Figura 10	Controles de reproducción y controles de enlace	51
Figura 11	Animaciones interactivas y fotos	52
Figura 12	Links web y tablas	53

Figura 13	Interfaz de la base de datos	53
Figura 14	Interfaz de trabajo de WASP	54
Figura 15	Interfaz de trabajo del convertidor de unidades	55
Figura 16	Archivo típico de Adobe Acrobat	55
Figura 17	Interfaz de la calculadora	56

LISTA DE ANEXOS

		<i>Pág.</i>
Anexo A	Formato de la primera encuesta	63
Anexo B	Resultados de la primera encuesta	66
Anexo C	Listado de temas que hacen parte del contenido de la nueva versión del MEC.	76
Anexo D	Formato de la segunda encuesta	79
Anexo E	Formato de la tercera encuesta	80
Anexo F	Resultados de la tercera encuesta	82

REESTRUCTURACIÓN DEL MATERIAL EDUCATIVO COMPUTACIONAL MEC PARA TERMODINÁMICA QUÍMICA I

Palomino Caballero E. A., Ibarra Prado F. G. **

Palabras claves:

Herramientas educativas, teorías del aprendizaje, MEC, Termodinámica, Ingeniería química, lenguaje.

Resumen:

El desarrollo de la informática educativa en la Universidad Industrial de Santander se encuentra estático, debido a la poca creación y aplicación de materiales educativos complementarios del proceso enseñanza-aprendizaje por parte de los componentes de esta institución. En la escuela de Ingeniería Química existe un Material Educativo Computarizado (MEC) para termodinámica Química I, el cual es de poca utilidad en el desarrollo de esta materia por parte de los docentes de la escuela; teniendo en cuenta esta falencia se evaluó la herramienta existente desde la perspectiva de la taxonomía computacional, así como la parte del contenido y desarrollo conceptual. A partir de esta evaluación se determinaron cuales eran los componentes claves que hacían que la herramienta fuera de poco uso y con base en estos criterios se construyó y desarrolló la nueva versión del MEC para Termodinámica Química I.

La estructura del MEC consiste principalmente de un sistema administrador compuesto por una lista de búsqueda y una barra de herramientas, este sistema aparece en todas las interfases del MEC. El contenido conceptual del material se desarrolló utilizando el lenguaje verboiconico, es decir una combinación de texto con animaciones, gráficos, gráficos activos, fotos, tablas, links, etc. Los contenidos se dividieron en nueve módulos los cuales son: Introducción, propiedades de la sustancia pura, efectos calóricos, primera ley de la termodinámica, segunda ley de la termodinámica, procesos cíclicos, equipos de proceso, laboratorio e instrumentación.

El resultado obtenido fue un MEC desarrollado en la plataforma de Macromedia Flash MX, en el que se desarrollo el total de los contenidos de la materia termodinámica química I a lo largo de nueve módulos; además contiene herramientas adicionales como son bases de datos, calculadora, programas adjuntos y archivos de profundización.

*Tesis de grado.

** Facultad de Ingenierías Físico – Químicas, Escuela de Ingeniería Química, Escalante Hernandez H.

RESTRUCTURARIZATION OF COMPUTATIONAL EDUCATIONAL MATERIAL FOR THERMODYNAMIC CHEMICAL I

Palomino Caballero E. A., Ibarra Prado F. G. **

Palabras claves:

Educational tools, theories of the learning, MEC, Thermodynamics, Chemical Engineering, language.

Summary:

The educational computer science's development in the Industrial University of Santander is static, due to the little creation and application of complementary educational materials of the process teaching-learning on the part of the components of this institution. In the school of Chemical Engineering an Computational Educational Material (MEC) exists for Thermodynamic Chemical I, which is of little utility in the development of this matter on the part of the educational of the school; keeping in mind this lack the existent tool was evaluated from the perspective of the basin computational, as well as the part of the content and conceptual development. Starting from this evaluation they were determined which were the key components who made the tool outside of little use and with base in these approaches was built and developed the new version of the MEC for Thermodynamic Chemical I.

The structure of the MEC consists mainly of a compound administrating system for a search list and a bar of tools, this system appears in all the interfaces of the MEC. The conceptual content of the material was developed using the language verbal and graphic, that is to say a text combination with animations, graphics, active graphics, pictures, charts, links, etc. The contents were divided in nine modules which are: Introduction, properties of the pure substance, caloric effects, first law of the thermodynamic, second law of the thermodynamic, recurrent processes, process equipment, laboratory and instrumentation.

The obtained result was a MEC developed in the platform of Macromedia Flash MX, in the one that you development the total of the contents of the chemical thermodynamic matter along nine modules; it also contains additional tools as they are databases, calculator, enclosed programs and extend files.

* Undergraduated thesis.

** Faculty of Engineerings Physique - Chemical, School of Chemical Engineering, Escalante Hernandez H.

INTRODUCCION

El uso de herramientas complementarias del proceso enseñanza-aprendizaje busca que el conjunto de destrezas, cuando se consideren en el contexto de estándares académicos, ofrezcan al público, al comercio, a la industria y a los educadores un conocimiento común y el lenguaje para discutirlo, sobre las necesidades de los estudiantes, ciudadanos y profesionales en la era digital. Como producto de este cambio de actitud frente a los métodos de enseñanza-aprendizaje se planteó la necesidad de continuar evaluando, verificando y complementando el MEC* para Termodinámica Química I en su primera versión¹, en términos de la arquitectura utilizada en su diseño y ejecución; y el tratamiento hecho a los contenidos propios de la materia, para detectar posibles falencias y oportunidades de mejora que permitan obtener una nueva herramienta con mejores contenidos, mayor interactividad, mayor velocidad en la ejecución de los comandos y así ofrecer a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Química de la UIS** una herramienta que sea de su total beneficio.

La metodología utilizada para la creación de la nueva versión del MEC se compone de las siguientes fases, en su orden de ejecución: investigación, análisis, diseño, desarrollo, prueba piloto y prueba de campo. Estas últimas comprendían la fase validación de la herramienta y se ejecutaron en todas las fases del desarrollo de la metodología.

La fase de investigación se dividió en dos grandes tareas: la primera consistió en una evaluación exhaustiva del componente software y de los

* Material Educativo Computarizado

¹ GIL, L. OSORIO, S. Material Educativo Computarizado para Termodinámica Química I. Tesis UIS. 2001.

** Universidad Industrial de Santander

contenidos abordados en la herramienta anterior para justificar la validez de su reestructuración y la segunda consistió en recopilar la información pertinente acerca de las herramientas educativas empleadas actualmente, fundamentos pedagógicos y temas propios de la materia. En la fase de análisis se identificó y jerarquizó las ventajas y desventajas para reestructurar la herramienta y se especificaron las necesidades expresadas por los docentes y estudiantes respecto al uso de herramientas complementarias de aprendizaje.

Una vez identificadas las necesidades, en la fase de diseño se procedió a caracterizar la aplicación en relación a los parámetros establecidos para su arquitectura. En la fase de desarrollo se ejecutó toda la metodología planteada en la etapa de diseño. Las tareas de la fase de evaluación, pruebas piloto y prueba de campo, se realizaron en cada etapa de la metodología, y consistieron en pequeñas sesiones de depuración con los estudiantes y la posterior toma de datos mediante formatos de encuesta cuyo principal objetivo fue evaluar la taxonomía computacional y las herramientas de lenguaje usadas para tratar los temas incluidos en el MEC. Al final de todo este proceso se obtuvo una herramienta computacional versátil tipo tutorial, con un ambiente agradable e interactivo, y de fácil navegación.

El paquete de software escogido y utilizado como base de la construcción del sistema administrador, de la interfaz desarrollada y de los módulos temáticos fue Macromedia Flash MX. Además fue necesario el uso de editores gráficos: Macromedia Fireworks MX y Solid Edge V11 (versión académica), como fuente del lenguaje icónico. La herramienta cuenta con programas complementarios como: Microsoft Access 2002, Adobe Acrobat 6.0, Wasp for Windows y Versaverter; en la elaboración de las bases de datos de propiedades termodinámicas, material bibliográfico, calculo de propiedades termodinámicas y convertidor de unidades, respectivamente.

El contenido del MEC está distribuido en nueve módulos temáticos: Introducción, propiedades termodinámicas de las sustancias puras, primera ley de la termodinámica, efectos calóricos, segunda ley de la termodinámica, procesos cíclicos y máquinas térmicas, equipos de proceso, laboratorio e instrumentación. En la temática del primer módulo se ofrece una discusión sobre el concepto de sistemas, límites, alrededores, estado, equilibrio, proceso, trayectoria y energía desde el punto de vista de la termodinámica química. En el segundo módulo, correspondiente a propiedades termodinámicas de las sustancias puras, se analiza la naturaleza e importancia de las variables termodinámicas: presión, volumen, temperatura, energía interna, entalpía y entropía, en la construcción de modelos matemáticos que predigan el comportamiento de las sustancias.

En los módulos tres y cinco, es decir, primera ley de la termodinámica y segunda ley de la termodinámica, se deduce la ecuación de balance correspondiente a cada principio, partiendo de los postulados que dieron origen a su existencia y las consecuencias a nivel de la comprensión de los procesos. Cada módulo se complementa con ejemplos de aplicación. Los módulos 4 y 6, se derivan de los dos anteriores, ya que analizan casos particulares de aplicación de los dos principios de la termodinámica, incluyendo los cuatro efectos calóricos: calor latente, calor sensible, calor de reacción química y calor de mezcla. Y el concepto y funcionamiento de la bomba de calor y la máquina de potencia. Los tres últimos módulos: equipos de proceso, laboratorio e instrumentación tocan temas como el análisis de los siguientes equipos de proceso: bomba, intercambiador de calor, caldera, compresor, turbina, evaporador y horno. Asimismo se proponen algunas prácticas de laboratorio para casos particulares y se da una breve introducción a temas relacionados con instrumentos para medir presión y temperatura; y bibliografía referente a válvulas.

1. FUNDAMENTOS TEORICOS

1.1 ESTADO DEL ARTE

La evolución histórica del uso de herramientas de cómputo para fines educativos se basa en la idea de que pensar tecnológicamente se resume en la capacidad de ver en cualquier tema o área la posibilidad de usar, a través del conocimiento o pensamiento, las herramientas y las técnicas propias de las nuevas tecnologías¹. En el cuadro 1, se relacionan los diferentes actores dentro de la evolución de la informática educativa hasta la década de los cincuentas

Cuadro 1. Primeros intentos por automatizar la educación

autor	Contribución
Sydney Pressey	En la década de los veinte diseñó una máquina que se parecía al carro de una máquina de escribir, con cuatro teclas y una ventana larga por la cual se podría ver un marco con una pregunta y cuatro posibles respuestas. Después de leer las preguntas los estudiantes seleccionaban la respuesta más adecuada por medio de una de las teclas.
F. B. Skinner	Sentó las bases psicológicas para la llamada enseñanza programada. Skinner utilizaba lo que se llamaba programación lineal (que no se debe confundir con la técnica matemática de optimización) por medio de la cual se definía, cuidadosamente, la manera en que se establecía la secuencia de los marcos para asegurar que casi no se presenten errores en las respuestas del estudiante. Todos los estudiantes deberían pasar por la misma secuencia; las diferencias entre estudiante se reflejaban en la velocidad de recorrido por la secuencia. Los métodos de Skinner dominaron hasta finales de los cincuenta.
Norman Crowder	Cuestionó la idea del programa lineal y desarrolló el programa intrínseco o ramificado. En la programación ramificada se daba diferente retroalimentación tanto para las respuestas correctas como para la en cada caso. Esto permitía tomar en cuenta las diferencias de preparación previa de los estudiantes. Con la programación ramificada no todos los estudiantes pasaban por la misma secuencia sino que ésta dependía de la situación de cada estudiante.
Gordon Pask.	Construyó el puente entre Instrucción Programada e Instrucción Asistida por Computadora. En esta última, los papeles del estudiante y de la máquina se asemejan a los participantes de un diálogo en el que ambos constantemente se adaptan uno al otro hasta que logran entenderse, comunicarse y despedirse.

¹ <http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES>

1.1.1 Las computadoras en la enseñanza. En 1957, Simón Ramo, un ingeniero eléctrico y exitoso industrial, publicó un plan visionario que describía el papel de la computadora en la educación. Por medio de esta máquina se automatizaría la enseñanza y también la administración de la misma.

Para la mitad de la década de los sesenta, ya se había establecido firmemente en el mundo empresarial el control administrativo de muchos de los procesos de negocios utilizando computadoras, y éstos habían emigrado a escuelas que contaban con computadoras como en el caso de las universidades importantes.

No obstante quedaba pendiente la administración detallada de la instrucción programada, así como la instrucción misma que hacen los maestros en clase. Los dos procesos dieron lugar a dos ramas del cómputo educativo: la CMI* y la CAI**. Entre los pioneros en CAI se encuentran las universidades de Illinois, Stanford, The National Science Foundation y las empresas Control Data Corporation e IBM. Tres proyectos se destacan entre los esfuerzos iniciales: El Proyecto CCC, el Proyecto Plato y el Proyecto TICCIT.

1.1.2 Proyectos europeos. El desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje generó también algunos proyectos europeos durante la década de los setentas. En el Reino Unido, entre 1973 y 1978, se llevó a cabo el Proyecto NDPCAL* patrocinado por el Departamento de Educación y Ciencia Inglés. A partir de entonces se han tenido diecisiete proyectos CAL**, de los cuales nueve han sido en educación universitaria, tres en escuelas secundarias, dos en entrenamiento industrial y tres en entrenamiento militar. Para el desarrollo de los programas se utilizaron los lenguajes FORTRAN, BASIC y lenguajes autores especiales.

* Computer Managed Instruction. Instrucción Administrada por Computadora

** Computer Aided Instruction. Instrucción Auxiliada por Computadora

* National Development Program in Computer Assisted Learning

** Computer Aided Learning

1.1.3 La revolución de la microcomputadora. El papel de las computadoras en la educación cambia radicalmente con la aparición las microcomputadoras. Pronto algunos maestros de escuela se dieron cuenta de las posibilidades de las microcomputadoras en la educación y comenzaron a hacer pequeños programas, sobre todo del tipo de instrucción programada y ejercicios aritméticos en el lenguaje BASIC, que era el único lenguaje de alto nivel disponible para las primeras microcomputadoras. Los fabricantes de microprocesadores fueron mejorando sus productos y al mismo tiempo los diseñadores los aprovecharon para construir microcomputadoras cada vez más poderosas en capacidad de memoria, velocidad de procesamiento y disponibilidad de equipo periférico.

Aparecieron muchas marcas de computadoras y empresas que las fabricaban pero todas corrían con alguna versión de BASIC. Sin embargo, comenzaron a aparecer otros lenguajes como Pascal, FORTRAN y eventualmente Logo. Uno de los desarrollos de software de la época fue el de Visicalc, la primera hoja electrónica, escrito por estudiantes de Harvard y el MIT*, para resolver problemas de tareas en las escuelas de negocios al estudiar con el método de casos.

Entre el software que se generó para la educación apareció el lenguaje Logo, primero para la Apple II, la Commodore 64, la Atari, y luego para la PC de IBM que originalmente había sido desarrollado en los setentas para las computadoras grandes y que se logró compactar para que cupiera en las microcomputadoras. Dicho lenguaje, fue desarrollado entre la empresa Bolt, Beranek y Newman y el Laboratorio de Inteligencia Artificial del MIT. La filosofía detrás del lenguaje está basada en investigaciones del científico suizo J. Piaget.

El principal promotor de Logo es un profesor de MIT, S. Papert, quien se opone a las ideas de Skinner y sugiere que, en lugar de que las

* Massachusetts Institute of Technology

computadoras programen al estudiante, éste sea quien programe a la computadora y propone el lenguaje Logo para dicho propósito. Como parte de la filosofía Logo, Papert propone el aprendizaje por exploración de un formato muy libre. Introduce lo que se llaman micromundos, que son ambientes de aprendizaje en los cuales se manipulan objetos que se encuentran sujetos a ciertas leyes.

Papert convenció a muchos educadores y el lenguaje Logo se popularizó en Estados Unidos y en otros países como Canadá, Francia, España, Portugal, Holanda, Argentina, Costa Rica, México y otros.

Recientemente, el interés de la computación educativa se ha orientado hacia temas como los multimedia. A través de ellos se manipulan, tanto texto y números, como imágenes de líneas y tipo fotografía fija y en movimiento (video y animación), así como sonido en la forma de voz, grabaciones y música. Desde entonces han aparecido tarjetas especiales de sonido y video, así como software y periféricos como reproductores de música, video caseteras, videodiscos, el CD-ROM y muchos otros para comprimir grandes cantidades de información y manipularla para reproducirla y desplegarla. También han aparecido paquetes especiales para manejar los multimedia. Algunos orientados a la creación de materiales como los educativos otros con propósitos más generales, pero pueden servir para desarrollar lecciones como Linkways y Visual BASIC. Muchos de los paquetes ya corren bajo el ambiente WINDOWS, lo cual les da muchas ventajas pues aprovechan las facilidades de este programa para manejar impresoras, tarjetas de sonido y video y otros periféricos, así como la posibilidad de exportar texto e imágenes de un paquete a otro recortándolos de un lado y pegándolos en otro, independientemente de cuales sean los paquetes con los que fueron creados y a donde se quieren exportar con tal de que ambos operen bajo WINDOWS².

² <http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES>

1.1.4 Realidad colombiana. Los cambios tecnológicos han dado lugar a cambios radicales en la organización del conocimiento, en las prácticas y formas de organización social y en la propia cognición humana, esencialmente en la subjetividad y la formación de la identidad.

Una mirada general al ámbito nacional desde la perspectiva de propuestas para la enseñanza, referenciado en el cuadro 1, encuentra a un país que ha desarrollado inquietudes y esfuerzos por generar su propia visión a este reto desde muy temprano. En Colombia el desarrollo de informática educativa tiene una corta trayectoria, actividad que esta concentrada principalmente por los grupos de investigación existente en las universidades del país. Organizaciones tales como ICFES, COLCIENCIAS, Ministerio de Educación, universidades públicas y privadas buscan aplicar las nuevas tecnologías para cambiar el papel tradicional de la educación.

Teniendo en cuenta el estado del arte en la construcción de software en general desde la década de los noventas en adelante, se tiene el predominio de las Tecnologías de Objetos y su generalización más completa, las Tecnologías de Componentes³. De ese avance se rescata que los temas que se vienen desarrollando con mayor ahínco en foros académicos tienen que ver con asuntos referentes a: Aplicaciones Cliente/Servidor, Herramientas, Estrategias y Protocolos de Internet, Metodología de Análisis y Diseño, Interfaces Humano-Computador, Diseño de Bibliotecas, Concurrencia, Persistencia, Ciclo de Vida del Software, Calidad del Software, Reutilización entre otros.

A este nivel, en la Universidad de los Andes se desarrollan proyectos de informática educativa centrados en el tema de la ludomática. En la universidad EAFIT de Medellín se desarrollan proyectos en un alto nivel sobre ambientes virtuales, uno de ellos es el programa AVALON.

³ <http://www.kimera.com/articulos/multimedia.html>

También se desarrollan proyectos que incluyen tutoriales, inteligencia artificial, multimedia y telemática. Sin embargo, en muchas universidades del país ya se inició con el desarrollo de programas y de grupos de estudio relacionados con temas de educación informática.

En 1992 se realizó en Santa fe de Bogotá el primer Congreso Colombiano de Informática Educativa con el objetivo principal de despertar y fortalecer el interés de la sociedad por la educación, los procesos educativos y el uso de tecnología informática en este campo. Se desarrollaron contenidos como “Materiales Educativos Computarizados: ¿Ocasión para repensar los ambientes educativos?”, Por Álvaro Galvis Panqueva, “Nuevas tendencias informáticas y sus posibilidades en los sistema educativos” por Berta Solórzano y Claudia Zea Restrepo. En estos artículos se especifica los componentes básicos que se deben incluir dentro de las variables de la construcción de un MEC, al igual que las perspectivas que se tienen con relación a la informática educativa y su aplicación como material pedagógico complementario en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Cuadro 2. Situación colombiana

ETAPA	¿QUÉ PASA EN COLOMBIA?
MAINFRAME	<ul style="list-style-type: none"> - Se entrena gente para operarlos - Software administrativo para grandes compañías
PC Computador Personal	<ul style="list-style-type: none"> - Aparecen los primeros productos para el consumidor final - Pruebas con Ataris en el Municipio de Nemocón (Esfuerzos Comerciales) U. de Los Andes Edit. Kimera U Eafit Edit Hispanoamericana U del Norte Samira Software U Javeriana
RED	<ul style="list-style-type: none"> Aumenta el interés en el área, se empiezan a hablar de proyectos y no solo de "productos". U de los Andes (Ludomática) U Eafit (Enlaces) U Javeriana

Fuente: <http://www.kimera.com/articulos/multimedia.html>

De ahí en adelante se han propuesto diversas discusiones acerca del futuro de la educación en Colombia, el rol de la tecnología dentro del proceso de aprendizaje, los cambios tanto en las políticas educativas como en las metodologías y estrategias pedagógicas, el papel tanto del profesor como del alumno dentro de la sociedad del conocimiento, en fin, se ha intentado suscitar un cambio y actualización respecto a las nuevas demandas del mundo moderno y a las nuevas necesidades de las nuevas generaciones de colombianos.

En Colombia se han creado grupos de trabajo cuya principal función es investigar sobre formas y metodologías apropiadas para utilizar la informática en fines educativos complementarios en todos los niveles de educación. Ver cuadro 3.

Cuadro 3. Grupos de estudio en informática educativa en Colombia.

PROYECTO	UNIVERSIDAD
<u>Aprendizaje Significativo y Cooperativo Mediado a Través de la Página web y Correo Electrónico.</u>	Universidad Industrial de Santander
<u>Aula Virtual</u>	Universidad Sergio Arboleda
<u>Campus Virtual.</u>	Universidad de Nariño
<u>Catálogo en línea</u>	Universidad Jorge Tadeo Lozano
<u>Centro de Educación Continua.</u>	Universidad EAFIT
<u>Ciencias de la Información.</u>	Universidad del Quindío
<u>Comité de Nuevas Tecnologías y Universidad Virtual</u>	Universidad Javeriana Cali
<u>Coordinación Programa Universidad Virtual - Sede Manizales</u>	Universidad Nacional
<u>Departamento de Educación Virtual</u>	Fund. U. Konrad Lorenz
<u>Departamento de Programación Académica - Programas Abiertos.</u>	Colegio de Estudios de Admón. – CESA
<u>Educación en Ambientes Virtuales</u>	Universidad Pontificia

	Bolivariana
<u>Educación en Ambientes Virtuales - EIA virtual -</u>	Escuela de Ingeniería de Antioquia
<u>Educación Virtual Activa -EVA-</u>	Coruniversitaria
<u>Educate!</u>	
<u>Enlace Digital</u>	Universidad Autónoma de Manizales
<u>Enlace Digital.</u>	Universidad Autónoma de Manizales
<u>Facultad de Educación a Distancia</u>	Universidad Militar Nueva Granada
<u>Facultad de Estudios Musicales (Unidad académico - Administrativa).</u>	Universidad Central
<u>Facultades de Mercadeo Nacional e Internacional - Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones</u>	Universidad de Manizales
<u>Grupo Aula Virtual.</u>	Universidad del Quindío
<u>Informática Académica y Recursos Tecnológicos</u>	Universidad El Bosque
<u>Ingeniería Industrial / e-learning.</u>	Universidad de Los Andes
<u>Inscripción en Línea</u>	Universidad Jorge Tadeo Lozano
<u>Oficina de Docencia: Proyecto de Estrategias Virtuales para el Aprendizaje.</u>	Universidad de La Salle
<u>Programa Cursos por Web - Vicerrectoría de Docencia.</u>	Universidad de Antioquia
<u>Programa Cursos por Web - Vicerrectoría de Docencia.</u>	Universidad de Antioquia
<u>Programa de Aula Virtual</u>	Fundación Universidad del Norte
<u>Programa De Capacitación Para La Certificación Internacional En Equipos De Comunicación Cisco Certified Network Associate (Cna)</u>	Universidad del Tolima
<u>Programa Universidad Virtual</u>	Universidad Nacional
<u>Proyecto de Nivelación Académica. Sede de Medellín.</u>	Universidad Nacional
<u>Proyecto de Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación para la Educación</u>	Universidad Tecnológica de Pereira
<u>Proyecto Universidad Virtual</u>	Universidad de Caldas
<u>SECCIÓN DE APOYO Y AVANCE TECNOLÓGICO SAAT.</u>	Universidad de San Buenaventura

<u>Sistema de Aprendizaje Virtual Interactivo - SAVIO</u>	Corp. U. Tecnológica de Bolívar
<u>Sistema de Mercadeo Electrónico para egresados</u>	Universidad Jorge Tadeo Lozano
<u>Tienda Clase</u>	Politécnico Grancolombiano
<u>UNAB Virtual.</u>	Universidad Autónoma de Bucaramanga
<u>Unidad de educación. Proyecto VIRTUS</u>	UNIMINUTO
<u>Vicerrectoría Académica (Dirección de Educación Desescolarizada)</u>	Universidad del Valle

Fuente: www.universia.net.co

1.1.5 Proyectos en la UIS. En la UIS se han efectuado desde 1984 trabajos de grado acerca de la elaboración de software educativo pero la mayoría de ellos de tipo tutorial enfocados en la mayoría de áreas del conocimiento existentes en la universidad. En la Escuela de Ingeniería Química se han elaborado herramientas tipo tutorial para asignaturas como: optimización, laboratorio de fenómenos I y de métodos numéricos, de operaciones de transferencia de masa y fenómenos de transferencia de calor. En el año 2002 se desarrolló un MEC para Termodinámica Química I por Luis Hernán Gil Rey y Sonia Marcela Osorio Díaz, este trabajo de grado sirvió como guía para determinar cuales son los pasos a seguir en la formulación del problema, estrategias disponibles y metodología utilizada para la construcción de un MEC, aplicada a una materia específica que hace parte del pensum de Ingeniería Química.

En este MEC se aplican los conceptos básicos correspondientes a los temas propuestos para dicho curso, se tratan también algunos equipos y algunas aplicaciones adicionales, en el uso de la Termodinámica Química en la Ingeniería de Procesos; sin embargo, el nivel de interactividad alumno-herramienta computacional y el tratamiento de las bases teóricas

fundamentales no es muy profundo y completo, por eso se hace necesario ampliar la discusión sobre la forma como fue planteado el diseño del MEC y aumentar su aplicabilidad en las diversas formas ingenieriles.

Actualmente en la universidad se cuenta con un grupo de investigación sobre el papel de la tecnologías en informática educativa, dicho grupo es denominado GENTE*, y lidera los procesos de discusión y acoplamiento de las tecnologías de la información en temas educativos como una herramienta viable para hacer del proceso de enseñanza aprendizaje una actividad constructiva y potencializadora de las capacidades del estudiante, profesor y de los medios que proporciona la tecnología.

1.2 MARCO TEORICO

El aprendizaje es una actividad consustancial al ser humano. Se aprende a lo largo de toda la vida, aunque no siempre en forma sistemática; a veces es fruto de las circunstancias del momento, otras, de actividades planeadas por alguien (la persona o un agente externo) y que el aprendiz lleva a cabo en aras de dominar aquello que le interesa aprender⁴.

1.2.1 El computador como medio educativo. Los MECs tienen sentido porque aprovechan las cualidades únicas del computador como medio, para crear ambientes educativos que agregan valor a los medios usuales disponibles para el aprendizaje.

En este sentido, cabe destacar las siguientes cualidades, que lo diferencian de otros medios para aprender:

* Grupo de Estudio e Investigación en Tecnologías y Educación

⁴ Galvis Alvaro. Ingeniería de software educativo, teorías y metodologías que la sustentan

- ❖ El computador está en capacidad de almacenar, procesar y presentar información multimedia en forma interactiva
- ❖ El computador puede comportarse con distintos niveles de inteligencia adquirida, siendo un signo de inteligencia en un MEC la similitud mayor o menor que pueda tener su ejecución al comportamiento racional de un humano.
- ❖ El computador hace posibles distintos grados de interactividad gracias a su capacidad de procesar información, puede hacer viable interacción de grado cero, ENTERactividad (el usuario se limita a oprimir ENTER para continuar, pero el control de la acción la tiene el diseñador) hasta de grado máximo, INTERactividad (en la cual hay interacción dialogal entre la máquina y el usuario, en virtud de la cual el aprendiz está en control de lo que sucede, dentro de los condicionantes del micromundo en que se lleva a cabo la acción).
- ❖ Hace posible la conexión y articulación con otros medios y recursos para el aprendizaje, permitiendo así la creación de ambientes cooperativos de aprendizaje, aprovechando las cualidades únicas de otros medios (transmisivos, experimentales, interactivos) y la creación de ambientes educativos multimedia.

Cualidades como las anteriores llevan a que hoy en día la discusión gire alrededor de lo que tiene sentido hacer con informática, más que de lo que se puede hacer con su apoyo. Esto tan solo está limitado por la imaginación del diseñador, pues prácticamente lo que a uno se le ocurra es posible hacerlo, con mayor o menor costo y esfuerzo⁵.

1.2.2 Materiales educativos computarizados: Un MEC es una clase de software utilizado en el proceso enseñanza-aprendizaje, ya sea como objeto de estudio, herramienta de trabajo o material de enseñanza.

⁵ GALVIS, A H. (1997). Micromundos Lúdicos Interactivos: Aspectos Críticos en su Diseño y Desarrollo. Memorias de Jornadas de Informática Educativa 1997 JIE (Buenos Aires, Argentina, Agosto 30 a septiembre de 1997)

Una primera clasificación de herramientas y materiales para asistir el aprendizaje los divide en algorítmicos y heurísticos⁶.

En los materiales algorítmicos predomina el aprendizaje vía transmisión de conocimiento desde quien sabe hacia quien lo desea aprender; quien diseña la herramienta planea secuencias de actividades para conducir al estudiante; el rol de alumno es asimilar el máximo de lo que se le transmite. Hay dos razones básicas para usar el enfoque algorítmico:

- ❖ La superioridad del computador como medio de instrucción frente a otros medios ya que permite proveer información de retorno diferencial, esto es cuando se le responde al alumno ajustándose a lo que él haga, y reorientarlo según su desempeño.
- ❖ La capacidad del computador de ser tutor. El computador puede convertirse en un tutor incansable que ofrece diferentes secuencias de aprendizaje y niveles de enseñanza, además de adaptarse al ritmo de cada estudiante.

Por otra parte en los materiales heurísticos predomina el aprendizaje por experimentación y descubrimiento; el diseñador crea ambientes ricos en situaciones que el alumno debe explorar; el alumno debe llegar al conocimiento a partir de la experiencia, creando sus propios modelos de pensamiento, sus propias interpretaciones del mundo, las cuales puede someter a prueba con la herramienta.

En contraposición al enfoque algorítmico, en los ambientes heurísticos el sistema no le enseña algo al alumno sino que éste aprende de él, es el estudiante el que controla su propio aprendizaje.

⁶ <http://www.inf.udec.cl/revista/edicion6/psalcedo.htm>

Los sistemas inteligentes pueden seguir cualquiera de los dos enfoques anteriores. Los sistemas inteligentes a diferencia de los sistemas anteriores utilizan técnicas de inteligencia artificial para hacer sistemas algorítmicos o heurísticos que sean inteligentes para manejar el conocimiento acerca del tema, del estudiante, de las pedagogías y didácticas aplicables y de la forma de representarlo. Tal clasificación puede resumirse en el cuadro 3:

Cuadro 4. Materiales educativos computarizados

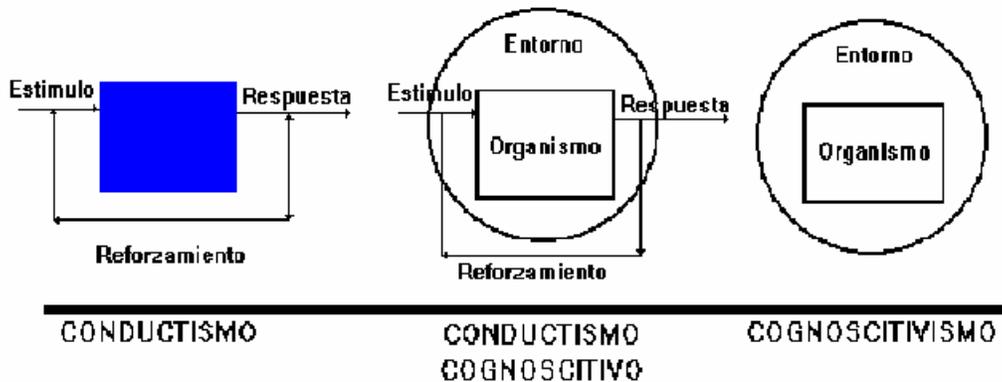
Algorítmicos	Sistemas tutoriales Sistemas de ejercitación y práctica
Heurísticos	Simuladores y Juegos educativos Micromundos exploratorios Sistemas expertos
Algorítmicos y Heurísticos	Sistema tutorial inteligente

Fuente: <http://www.inf.udec.cl/revista/edicion6/psalcedo.htm>

1.2.3 Teorías del aprendizaje. Todas las aproximaciones psicológicas al fenómeno del aprendizaje humano tienen algo que decir como fundamento para el diseño de ambientes de enseñanza - aprendizaje. Sin embargo, los aportes no necesariamente son convergentes, como no lo es la perspectiva desde la cual se analiza el fenómeno en cada caso, ni los métodos usados para obtener el conocimiento.

Las aproximaciones al fenómeno del aprendizaje oscilan entre dos polos: conductismo y cognoscitivismo. En la figura 1 se muestran los diferentes tipos de teorías educativas usadas en la creación de materiales educativos computarizados basados en fenómenos educativos que experimenta el aprendiz

Figura 1. Teorías del aprendizaje



Fuente: <http://www.inf.udec.cl/revista/edicion6/psalcedo.htm>

1.2.4 Focos de atención en las diferentes teorías del aprendizaje. Como se observa en la figura 1, en el primer polo no se toma en cuenta el organismo (el sujeto que aprende), sólo las condiciones externas que favorecen su aprendizaje; por esto se habla de un modelo de "caja negra" en el que lo fundamental es la programación en pequeños pasos, de eventos que conduzcan a lograr el resultado esperado (respuesta) y el reforzamiento de las respuestas, que confluyen hacia el logro de lo que se desea.

En el otro polo lo que cuenta es el individuo, el aprendiz, con todo su campo vital, su estructura cognoscitiva, las expectativas que tiene. Por contraposición se habla de un modelo de "caja traslúcida" en el que lo que cuenta es el aprendiz dentro de su entorno psicológico y social. La motivación interna, la significancia, el procesamiento de la información, las aptitudes de las personas, entre otros, son tomados en cuenta como factores que promueven el aprendizaje.

En medio de los enfoques anteriores, es posible encontrar una combinación de ambos. En el cual se comparten algunas características. Ya no se habla de caja negra como en el primer enfoque, pero tampoco se considera al aprendiz, como único elemento de relevancia (enfoque de caja traslúcida). A

pesar de las anteriores diferencias, las teorías de aprendizaje tienen en común su objeto de estudio: el aprendizaje. No es de extrañar, por consiguiente, que se logre un efecto de "triangulación" (ver de varios ángulos un mismo asunto) cuando se analizan los distintos aportes. Desde cada teoría existe una perspectiva que complementa a otras.

El evolucionismo genético, propone que el aprendizaje está subordinado al desarrollo orgánico y de estructuras cognoscitivas (a la madurez del estudiante), además se basa en la experiencia, actividad inquisitiva sobre el objeto de conocimiento. El aprendizaje resulta de alcanzar nuevos estados de equilibrio a partir de desequilibrios cognitivos que se solucionan mediante asimilación de nuevos conocimientos y acomodación de las estructuras cognoscitivas a partir de experiencias. El uso interactivo del computador hace parte de una tecnología educativa derivada del estructuralismo genético.

Una teoría pedagógica de gran uso actualmente y que parte de las teorías del evolucionismo genético, es el construccionismo, cuyos principios han sido elaborados desde la implementación del lenguaje Logo, al final de la década de los 60's.

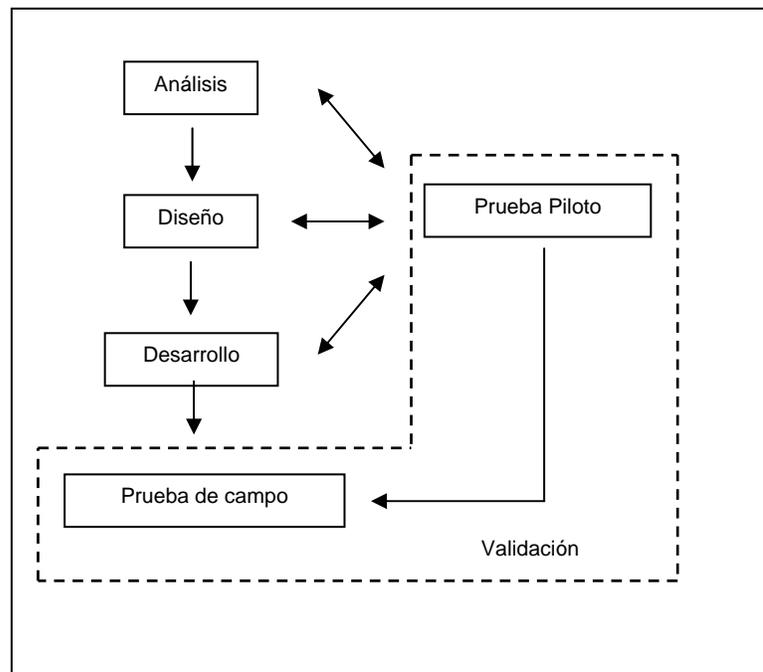
Esta teoría constructivista plantea un cambio a la educación tradicional, de modo que todo desarrollo de herramientas para asistir el aprendizaje, debieran tener sus bases en esta teoría. Papert se refiere al construccionismo como una teoría que maximiza lo aprendido y minimiza lo enseñado⁷.

⁷ <http://www.inf.udec.cl/revista/edicion6/psalcedo.htm>

2. DESARROLLO METODOLÓGICO DEL MEC

El ciclo de vida de los MECs ha servido como eje de trabajo en el proceso de articular los aspectos educacionales, comunicacionales y computacionales que se implican en la creación de ambientes educativos multimedia. Las fases como se muestra en a figura 2, son en su orden de ejecución: investigación, análisis, diseño, desarrollo y validación, la cual se divide en prueba piloto y prueba de campo, han servido para diferenciar e integrar las etapas del proceso sistemático que guía la labor de realización¹. Todas y cada una de ellas es importante, en tanto agrega valor a la obtención de un producto que tenga sentido para la población y necesidades que son de interés.

Figura 2. Metodología para la construcción de MECs

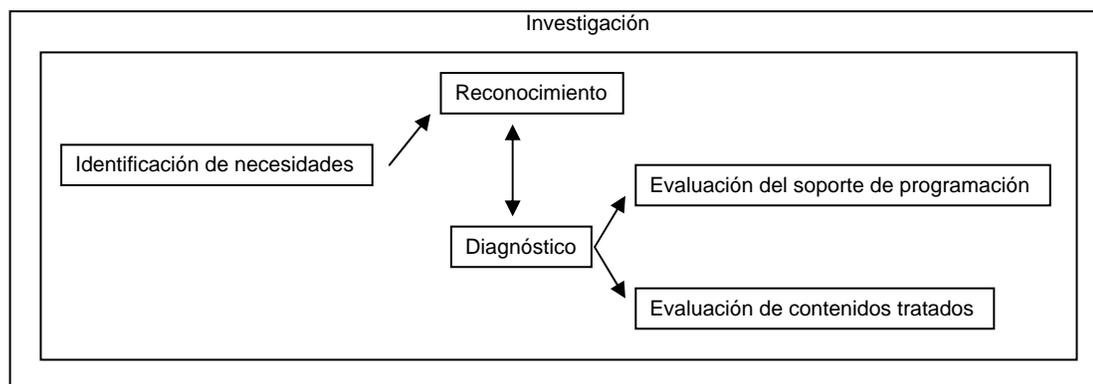


¹ <http://www.kimera.com/articulos/multimedia.html>

2.1 INVESTIGACIÓN

En esta primera etapa de la construcción de la nueva versión del MEC para Termodinámica Química I, se buscó detectar tanto las necesidades educativas relativas a nuevas herramientas de enseñanza-aprendizaje como necesidades de renovación, actualización y complemento de la herramienta ya existente. En la figura 3 se muestran las actividades que se llevaron a cabo para dar cumplimiento a esta primera etapa del desarrollo del MEC en su nueva versión.

Figura 3. Actividades de la fase de investigación



2.1.1. Identificación de necesidades. El primer paso en la metodología que se debe seguir para elaborar MECs debe incluir la identificación plena de la necesidad de complementar el proceso de enseñanza-aprendizaje con herramientas computacionales. La importancia de la participación de los actores del proceso: profesores, estudiantes y entes educativos, radica en la integración de expectativas para obtener un producto que satisfaga los intereses de esta trilogía de componentes del proceso educativo y evalúe constantemente la validez y actualidad de los métodos y estrategias empleadas en la construcción de las herramientas ya existentes.

La evaluación preliminar del MEC para Termodinámica Química I existente en la Escuela de Ingeniería Química, comprendió las actividades de

reconocimiento y diagnóstico de la herramienta, con el fin de verificar el estado actual del software y proponer acciones de mejora en aquellos aspectos donde el material presenta deficiencias.

2.1.1.1 Reconocimiento. Esta actividad se llevó a cabo con la realización de una primera encuesta: Identificación de necesidades educativas, dirigida a la población objetivo, que para este caso en particular eran 66 estudiantes de Termodinámica Química I de la Escuela de Ingeniería Química de la UIS matriculados en el segundo semestre académico de 2003 y primero y segundo del 2004. El formato utilizado para este fin se encuentra consignado en el Anexo A.

Los objetivos de esta etapa de investigación fueron identificar cada uno de los siguientes aspectos relacionados con el proceso de enseñanza en la Escuela de Ingeniería Química de la UIS:

- Los medios más utilizados para acceder a la información.
- La disponibilidad, cantidad, calidad y actualidad de los medios frecuentes de acceso a la información.
- Los mecanismos de asignación de valoraciones cuantitativas más utilizados.
- El enfoque y la utilidad que debe tener un tutorial dentro del proceso de enseñanza.
- La opinión que tienen los estudiantes respecto a la utilización de nuevas herramientas de enseñanza-aprendizaje.
- El grado de conocimiento en relación a la existencia de tutoriales para algunas asignaturas de la carrera.

2.1.1.2. Diagnóstico del MEC existente. El diagnóstico del MEC existente en la escuela se desarrollo desde los siguientes puntos de vista: Sesión de diagnóstico preliminar, evaluación del soporte de programación y evaluación

de los contenidos tratados. Se contó con la asesoría de los docentes a cargo de la asignatura y los estudiantes de Termodinámica Química I matriculados en el segundo semestre académico de 2003 y primero y segundo semestres de 2004:. Para lo cual, se programaron sesiones de reconocimiento en la sala de simulación y control de la Escuela de Ingeniería Química de la UIS.

❖ Sesión de diagnóstico preliminar. En esta sesión se estimo conveniente desarrollar una presentación en diapositivas que sirviera como inducción al entendimiento de que es un MEC. La temática abordo temas como:

- ¿Qué es un Material Educativo Computarizado?
- Clasificación de las herramientas y materiales para asistir el aprendizaje
 - Enfoque algorítmico
 - Enfoque heurístico
 - Sistemas inteligentes
- Teorías educativas
 - Conductismo
 - Conductismo cognoscitivo
- Desarrollo de un MEC
- El computador como medio educativo
- Componentes de un MEC
 - Gráficos activos
 - Animaciones explicativas
 - Barras de herramientas
 - Barra de estado
 - Botones
 - Vínculos

El objetivo de esta sesión fue dar bases a los estudiantes para que tenga mayor criterio en el momento de evaluar los progresos obtenidos en fases posteriores como diseño y desarrollo, y detectar y atender necesidades educativas relevantes y pertinentes. Además se buscó caracterizar muy bien los requisitos del usuario en torno a sus expectativas frente a la reestructuración del MEC existente.

- ❖ Evaluación del soporte de programación. En esta actividad se programaron sesiones con los estudiantes para familiarizarlos con la herramienta y después se consignaron sus percepciones en la segunda encuesta: Evaluación preliminar del diseño e interactividad del MEC de Termodinámica Química I, cuyo objetivo fue evaluar cada uno de los criterios de evaluación presentados en el cuadro 5.

Cuadro 5. Criterios de evaluación de los componentes de programación del MEC existente.

Variable	DESCRIPCIÓN
Funciones de apoyo a los usuarios	Existencia de funciones de ayuda
Estructura lógica del material	Organización jerárquica de las partes que componen un programa
Requerimientos de uso del paquete	Satisfacción de las necesidades del usuario
Documentación del paquete	Existencia de manuales de uso del programa
Claridad	Fuentes codificadas de forma clara y de fácil entendimiento
Estilo	Codificación con recursos que facilitan una comprensión de código
Disponibilidad	Actualización del programa y su documentación
Precisión	Exactitud de cálculos y resultados de forma que satisfaga la utilización pretendida por el usuario
Necesidad	Implementación apenas de las funciones que fueron especificadas
Oportunidad	Producción de resultados en tiempo hábil
Interfaz entre usuario y programa	Interacción con el usuario en forma simple y natural, siguiendo sus aptitudes
Validabilidad	Facilidad de validar si un programa ejecuta una función para la cual fue destinado

- ❖ Evaluación de contenidos. Para este fin se compararon los módulos temáticos que fueron incluidos en la herramienta existente con los estipulados en el programa de Ingeniería Química para la asignatura, Termodinámica Química I y del contenido propuesto en otras fuentes bibliográficas de enseñanza de Termodinámica. Esta comparación fue de carácter tanto cuantitativo, número de temas abordados en el MEC respecto al número de temas comprendidos en el programa y en la bibliografía consultada, como cualitativo, grado de profundidad en el tratamiento del tema.

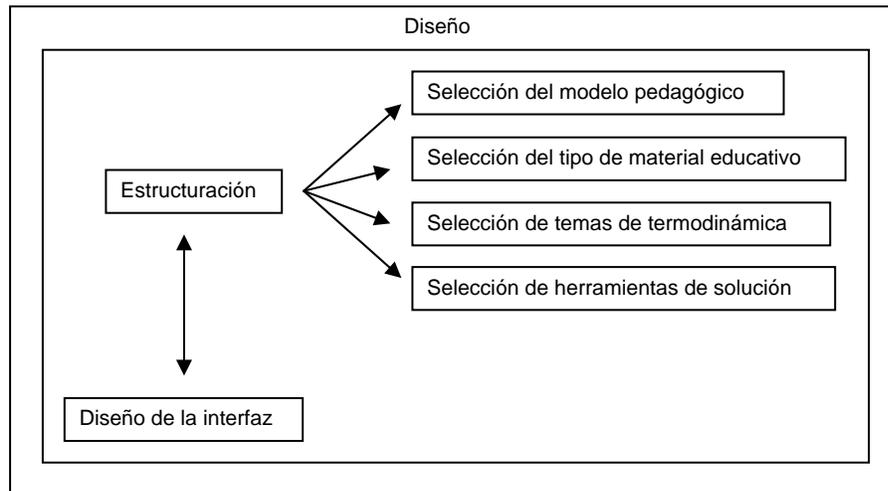
Esta última tarea incluyó una revisión bibliográfica de información acerca del contenido de Termodinámica haciendo uso de Internet, bibliotecas, manuales, guías de clase, entre muchas otras fuentes.

2.2 DISEÑO DE LA NUEVA VERSIÓN DEL MEC

Una de las etapas más importantes en el desarrollo del MEC es la selección de las herramientas que se utilizarán para que la información contenida en el MEC sea, no sólo significativa para el estudiante; sino que represente una alternativa pedagógica y didáctica viable para la transmisión de conocimiento.

Las actividades de diseño se encuentran representadas en la figura 4 y tienen como objetivo seleccionar las mejores opciones a nivel de estrategias educativas y de las herramientas de solución que se usarán para hacer que los temas incluidos en el contenido sean potencialmente significativos para los estudiantes. Ahora ya es posible diseñar la interfaz, que debe corresponder a cada criterio de diseño estipulado.

Figura 4. Actividades de la fase de diseño del MEC



2.2.1 Estructuración. Esta fase comprende tareas como: Selección del modelo pedagógico, selección del tipo de material educativo, selección de temas de Termodinámica Química y selección de herramientas de solución. Todas estas tareas se hicieron siguiendo lineamientos descritos en la bibliografía utilizada y con relación a los resultados de la encuesta numero uno.

2.2.1.1 Selección del modelo pedagógico. La metodología educativa se refiere al conjunto de estrategias didácticas que el profesor prevé y aplica en el aula, para llevar a sus estudiantes hacia el aprendizaje de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales¹. Teniendo en cuenta lo anterior, se hizo necesario definir los eventos de aprendizaje que se consideraron necesarios para lograr los objetivos propuestos.

El diseño de las estrategias instruccionales se planteo considerando que el medio para implementarlas no es estático, sino dinámico. Por lo tanto, se ofreció darles a los estudiantes toda la libertad y la responsabilidad para aprovechar al máximo las bondades mediáticas del computador en su acción

¹ AUSUBEL, D. P. 1976: Psicología educativa: un punto de vista cognitivo. Trillas. Méjico.

como herramienta educativa¹. En consecuencia, el modelo pedagógico escogido combina los planteamientos de los métodos didácticos activos con los correspondientes a la teoría del aprendizaje significativo.

- ❖ Los métodos didácticos activos: Nervi explica: “Como su nombre lo indica, el método activo constituye la contraparte del tradicional criterio metodológico, eminentemente formalista, que imponía la pasividad receptiva del escolar y exaltaba la oratoria docente evidenciada en el uso y abuso de las formas expositivas de enseñanza”

Se insiste en que las mejores oportunidades para que los alumnos aprendan radican, en que se constituyan en elementos activos, dinámicos, participantes.

Los métodos activos, en manos de los maestros se convierten en valiosos medios para estimular la actividad del alumno, conduciéndolo a ejercitar, con la mayor espontaneidad posible, sus potencialidades, a que trabaje y elabore por sí mismo el conocimiento. Dado que el conocimiento se construye dentro del sujeto, los alumnos necesitan: Experimentar, probar qué pasa, si..., preguntar y preguntarse, manipular símbolos y palabras, buscar respuestas por sí mismos, inferir resultados, buscar causas, solucionar problemas reales o ficticios, discutir sus propios puntos de vista y ajenos, verificar los resultados, descubrir, no sólo aquello que el adulto quiera que descubran y construir, fabricar, hacer...

Oliveira, propagador de la teoría de Piaget, expresa: “Aprender es manipular, ya se entiende por manipulación el manejo concreto de objetos, ya se entienda como la discusión de las ideas y conceptos en un grupo de estudio o una simple reflexión”.

¹ AUSUBEL, D. P. NOVACK, J. D. HANESIAN, H. 1983: *Psicología educativa: un punto de vista cognitivo*. Trillas. Méjico.

- ❖ Teoría del aprendizaje significativo: Como la TAS* pone especial énfasis en la particular significación y ubicación de los conceptos, es natural que ante todo se ofrezca una adecuada definición de los mismos, ya que usualmente ellos son muy utilizados en educación, pero raramente se los precisa. Hemos creído oportuno seguir a Gowing para dar la siguiente definición: “Los conceptos son regularidades en los hechos u objetos designados por algún rotulo arbitrario (signo o símbolo) culturalmente acordado.”

A su vez los hechos son registros de eventos, y éstos últimos son toda cosa que sucede en forma espontánea o inducida. En consecuencia, los conceptos son invenciones del hombre, creadas a los efectos de describir las observaciones de regularidades en los eventos. Obsérvese que para adquirir el pleno significado de un concepto, una persona debe aprehender el sentido de la regularidad en un dado conjunto de eventos.

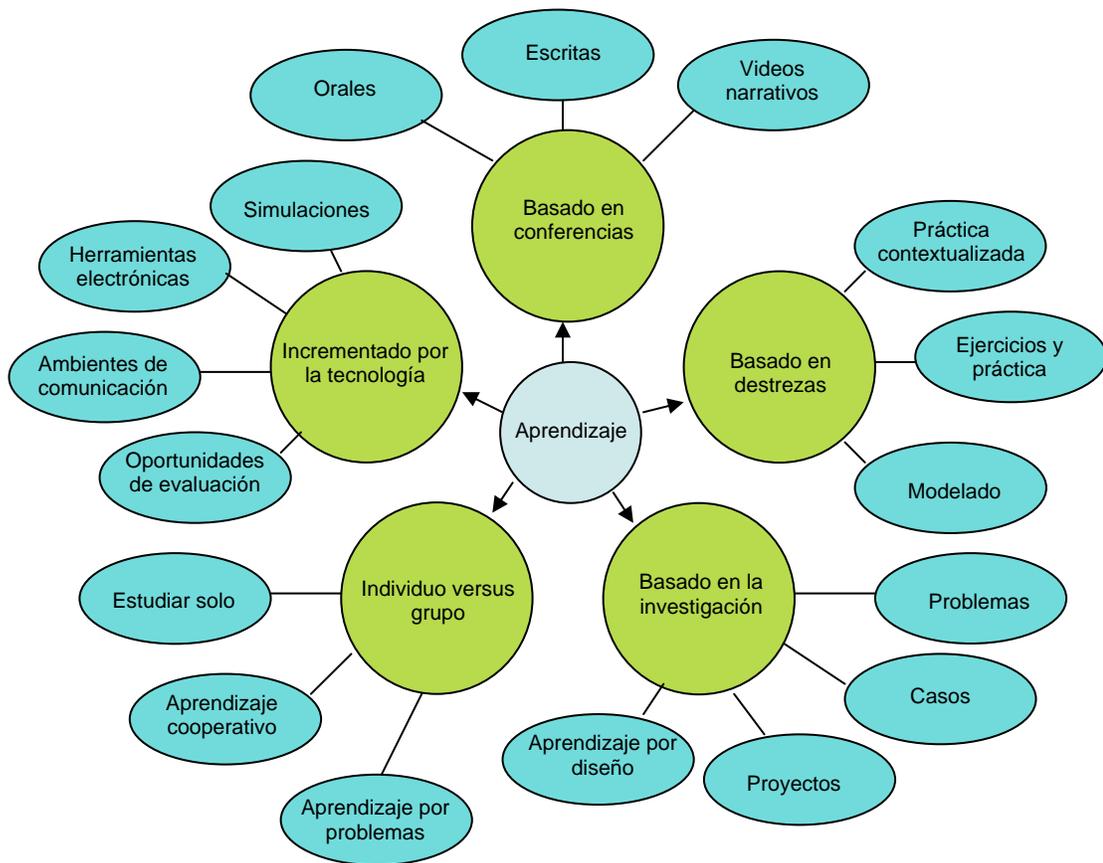
La TAS Ausubel se basa esencialmente en la propuesta siguiente: el sujeto cognoscente adquiere una estructura de conceptos específicos, jerárquicamente organizada, de modo tal que cada uno de ellos o alguna apropiada combinación de los mismos, le permite adquirir el sentido y significado de una dada experiencia. Evidentemente, los conceptos específicos son adquiridos como función de experiencias específicas de aprendizaje. La idea central y clave en la teoría de Ausubel se puede sintetizar como: “El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el sujeto cognoscente ya sabe”.

El principal concepto en la TAS es el de aprendizaje significativo, el cual se define como la incorporación de nuevos conocimientos dentro de la estructura cognoscitiva de un modo sustancia, no arbitrario ni rígido. La estructura cognoscitiva es el sistema entramado de conocimientos que se

* Teoría del aprendizaje significativo

encuentra depositado en nuestras mentes y que crece y desarrolla desde la niñez hasta la senectud. Por incorporación no arbitraria de conocimiento debe entenderse que el alumno debe hacer un esfuerzo consciente para vincular el nuevo conocimiento al ya existente. El aprendizaje sustancial tiene lugar cuando el alumno realiza un esfuerzo consciente para identificar los conceptos claves propios del nuevo conocimiento y al mismo tiempo trata de asociar éstos a los previos. En la figura 5, se observa las diversas formas de aprendizaje.

Figura 5. ¿Cómo aprende la gente?



Fuente. <http://www.kimera.com/articulos/multimedia.html>

2.2.1.2 Selección del tipo de material educativo. El tipo de material educativo computarizado escogido fue el sistema tutorial debido a las siguientes razones:

- ❖ Fomenta el auto-aprendizaje permitiendo, al usuario establecer con el computador un proceso de enseñanza-aprendizaje, mediante el desarrollo de un tema específico.
- ❖ El estudiante o usuario no requiere conocimiento previo de termodinámica I para comprender los contenidos del material.
- ❖ El tutorial se constituye en una herramienta de consulta complementaria a los materiales educativos utilizados en el estudio de la asignatura de Termodinámica.
- ❖ El sistema tutorial satisface las expectativas de los estudiantes manifestadas en las encuestas que corresponden a la fase de investigación.

2.2.1.3 Selección de temas de Termodinámica Química. En la fase de investigación se elaboró un paralelo entre los temas que fueron abordados y tratados en la primera versión del MEC para Termodinámica Química I, con los propuestos en el programa de la escuela y los contenidos del material bibliográfico. Después de hacer un análisis profundo de las temáticas, se escogieron los tópicos que harán parte del contenido de la nueva versión del MEC para Termodinámica Química I. La lista de temas incluidos se encuentran en el Anexo C

2.2.1.4 Selección de herramientas de solución. Con base en las necesidades se establece qué funciones es deseable que cumpla el MEC en apoyo de sus usuarios, el profesor y los estudiantes. Entre otras cosas, un MEC puede brindarle al alumno la posibilidad de controlar la secuencia, el ritmo, la cantidad de ejercicios, de abandonar y de reiniciar.

Por otra parte, un MEC puede ofrecerle al profesor la posibilidad de editar los ejercicios o las explicaciones, de llevar registro de los estudiantes que utilizan el material y del rendimiento que demuestran, de hacer análisis estadísticos sobre variables de interés, etc.

En este sentido, después de evaluar el componente software del MEC anterior, fase de investigación, se decidió que los paquetes de programación que se utilizarán en la creación del nuevo MEC de Termodinámica Química I son los que se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Paquetes de programación utilizados en la creación de la nueva versión del MEC

Software	Descripción
Macromedia Flash MX	Flash proporciona mejores posibilidades de video, herramientas mejoradas para administrar colores, editar degradados, rellenar y dotar efectos a mapas de bits; líneas de tiempo para la ejecución de todo tipo de animaciones, un espacio de trabajo optimizado con un inspector de propiedades sensible al contexto. También presenta herramientas de programación avanzada (Action Script), lenguaje compatible con Visual Basic. Una película Flash es una ventana que permite capturar y mostrar información, del mismo modo que en un pagina HTML. Las películas Flash pueden permanecer cargadas en el navegador y actualizarse continuamente con nueva información sin necesidad de volver a cargar toda la pagina.
Macromedia Fireworks MX	Fireworks es la solución perfecta para diseñar y producir elementos gráficos para la Web. Se puede utilizar para crear, editar y animar gráficos Web, añadir interactividad avanzada y optimizar imágenes en entornos profesionales. En Fireworks es posible crear y modificar imágenes vectoriales y de mapa de bits en una sola aplicación. El flujo de trabajo puede automatizarse para satisfacer las necesidades de cambio y actualización que de otra forma exigirían una enorme dedicación. Fireworks se integran con otros productos de Macromedia como Dreamweaver, Flash, Firehand, y Director, y con otros editores html y aplicaciones graficas de uso frecuente.
Matlab 6.5	Este programa presenta una buena ejecución de funciones y scripts en M files, provee acceso a documentación, demos, funciones, vectores y matrices, y todas las herramientas para la interfase gráfica como son: botones, etiquetas, cajas de texto e imágenes. Además contiene un depurador de M files con el cual se puede explorar paso a paso el programa realizado, evaluando en cada uno de ellos todas las variables existentes.
Microsoft Access 2002	Este programa introduce las vistas, tabla dinámica y grafico dinámico para tablas, consultas, vistas, procedimientos almacenados, funciones y formularios, puede realizar análisis de datos y crear soluciones

	avanzadas de vistas, tabla y grafico dinámico de una forma rápida. Las vistas, tabla dinámica y grafico dinámico se pueden guardar como páginas de acceso a datos que puede ver cualquier usuario que disponga de Microsoft Internet Explorer 5 o superior. En el diseño de las bases de datos se utilizaron varios tipos de presentaciones como formularios, tablas, tablas dinámicas dependiendo del tipo de información a manipular.
Solid Edge V11 Versión académica	Se utilizo en la creación de animaciones, descripción y funcionamiento de equipos, debido a que este programa proporciona una perspectiva en tres dimensiones que facilita la percepción de los equipos, además tiene un parecido al de la mayoría de las aplicaciones normales de Windows.
Wasp for Windows	Wasp* reemplaza las tradicionales tablas de vapor proporcionando un amplio número de unidades, datos y propiedades que lo hacen útil para calcular propiedades del agua en sus diferentes estados termodinámicos. Contiene datos para 15 propiedades, a las cuales se ingresa por temperatura o presión, muy similar a las tablas de vapor usadas, pero la forma es más fácil y rápida. Además contiene mas correlaciones con un rango entre 100 a 800°C y una presión por encima de los 1000bar. Cuando se conocen las condiciones del hielo o el vapor y se desean encontrar las propiedades físicas se puede trabajar con vapor saturado y con la calidad del vapor para obtener las propiedades combinadas.
Versaverter	Es un convertidor de unidades, no solamente de las propiedades utilizadas en Termodinámica Química sino que cubre otras físicas y químicas, contiene un gran rango de unidades para cada propiedad en diferentes sistemas.
Adobe Acrobat 6.0	Adobe Acrobat es el programa usado para anexar una gran cantidad de información en un espacio reducido. Su descarga es gratuita (http://www.adobe.es).

2.2.2. Diseño de la interfaz. Uno de los términos que es importante dejar claro cuando se aborda el estudio de la computación en general, es el de interfaz. Galvis la define como el sistema de intercomunicación que se diseña para establecer comunicación y entendimiento con la máquina y el usuario. También Quintero hace referencia a la interfaz como una zona de comunicación entre usuario y programa, así como para cada tipo de usuario; por ejemplo los programas educativos tienen una interfaz para el docente, para los alumnos, así como para quién instala el software en la computadora o en la red.

* Water and Steam Properties

Según Gándara Vázquez, la interfaz es todo aquello que permite establecer la comunicación entre la computadora: consigo misma como equipo, o sea entre el hardware (CPU- monitor-teclado-mouse, micrófono, bocinas y por supuesto sus respectivos cables), la computadora con el software, entre la computadora y el software operativo, entre la computadora y el sistema operativo (software) y los software de aplicaciones. Entre la máquina, sistemas operativos, software de aplicación, el usuario o los usuarios, y así se pueden seguir enumerando las diversas interfaces que se establecen o se requieren en cada operación o ejecución con la computadora, las que se sustentan en todo el sistema de comunicación con los diferentes recursos de la máquina, con la máquina y finalmente con los usuarios¹.

La interfaz para el nuevo MEC de Termodinámica Química I, se diseño de tal forma que su arquitectura cumpla con los siguientes criterios de aceptación:

Cuadro 7. Taxonomía computacional de la nueva versión MEC para Termodinámica Química I

Criterio	Evaluacion
Validez de contenidos	Aspectos técnicos
Origen	Velocidad de acceso
Autoría	Facilidad en la navegación
Credibilidad	Medios disponibles
Intención	Funcionalidad de botones y menús
Pertinencia	Diseño gráfico del sitio
Relevancia	Equilibrio visual en pantalla
Actuación	Tipografía
Retroalimentación (Feedback)	Iconografía pertinente
Complementos a la información	Imágenes

Fuente: <http://www.redenlaces.cl>

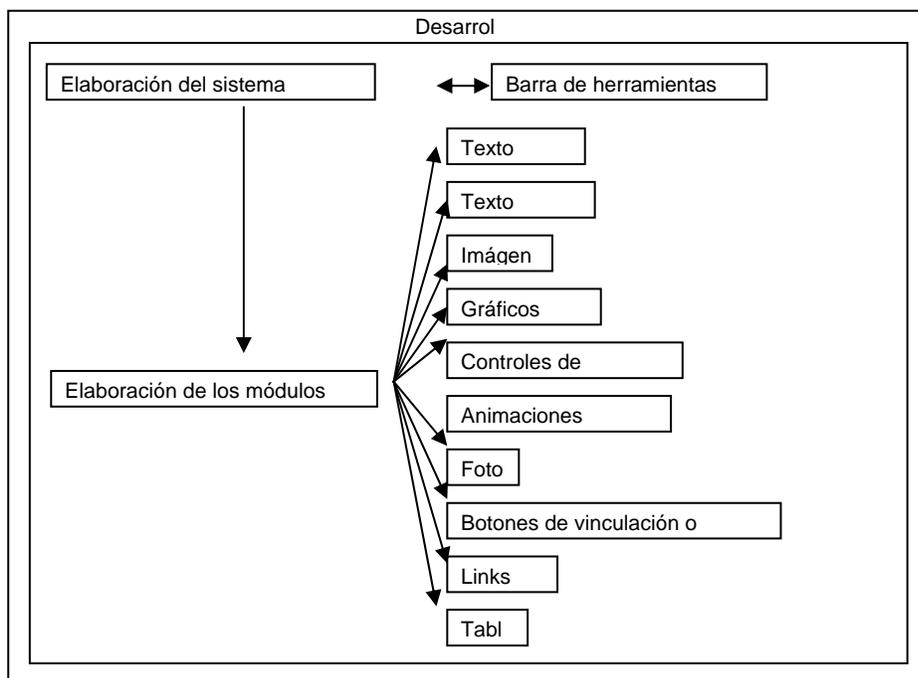
¹ http://www.geocities.com/sl_edu_colombia/soluciones/pablo/evaluac5.htm

Una vez hecha la propuesta de diseño para la interfaz que se iba a utilizar, se puso en consideración de los alumnos de Termodinámica Química I, en una segunda sesión práctica en la sala de simulación de la Escuela de Ingeniería Química de la UIS, registrándose sus opiniones en una segunda encuesta: Evaluación Preliminar del Diseño e Interactividad del MEC para Termodinámica Química I, cuyo formato se encuentra en el Anexo D.

2.3. DESARROLLO DEL MEC TUTORIAL

Una vez que se dispone de un diseño debidamente documentado y validado es posible llevar a cabo su implementación, para lo cual, se hace indispensable adaptar los contenidos de acuerdo con la interfaz diseñada, para generar archivos visuales que permitan mediante su administración, transmitir conocimiento. En esta etapa se desarrollaron las actividades que se muestran en la figura 6.

Figura 6. Actividades de la fase de desarrollo del MEC



2.3.1 Elaboración del sistema administrador. Una vez diseñada la interfaz de navegación del MEC, se procedió a desarrollar los componentes que contendrán el material bibliográfico e iconográfico que corresponde al contenido de la herramienta. El componente verificara su validez y utilidad, mediante la realización de una encuesta: Depuración y evaluación del desempeño del MEC para Termodinámica Química I, dirigida a los estudiantes matriculados en el curso de Termodinámica en el segundo semestre de 2004. El formato de la tercera encuesta se encuentra en el Anexo D. Para esta actividad, se ejecutaron las siguientes tareas:

- Revisión bibliográfica acerca del uso de Macromedia Flash MX como diseñador para la creación de interfases de usuario, creación de animaciones y diseños originales de ambientes multimedia.
- Revisión bibliográfica acerca del uso de Macromedia Flash MX como desarrollador para la creación de aplicaciones y uso de Action Script (lenguaje para programación en Macromedia Flash MX)
- Diseño de la plantilla administradora de los módulos del MEC.

Teniendo en cuenta la flexibilidad e interactividad de las aplicaciones multimedia desarrolladas bajo la plataforma de Macromedia Flash MX y Macromedia Flash Player 6, se desarrollo una estructura de software tipo película flexible que permitiera la inclusión de nuevos contenidos bajo la misma plataforma.

2.3.2 Elaboración de los módulos temáticos. Con base en la segunda encuesta y el contenido seleccionado del programa de Termodinámica se elaboró la tabla de contenido (ver selección de contenidos), los mapas conceptuales de todos los temas abordados y las rutas de acceso a cada uno de ellos. Las actividades realizadas en esta fase del desarrollo del MEC fueron:

- ❖ Revisión bibliográfica de cada uno de los temas seleccionados: Se consultaron textos de termodinámica, fisicoquímica, páginas de Internet relacionadas, cursos y tutoriales existentes en la Web.
- ❖ Compilación y adecuación de la información: Debido a la cantidad de información disponible se llevo a cabo un proceso de adecuación, adaptación y depuración de la información encontrada para hacerla acorde a los propósitos del MEC.
- ❖ Revisión bibliográfica, desarrollo de tutoriales y cursos de cada uno de los programas usados para el diseño de las animaciones, imágenes, gráficos activos, botones, fotos y procesador de textos, que servirán de apoyo en la presentación de cada módulo para desarrollar actividades que aumentaron las destrezas y habilidades en el manejo de los paquetes de software.
- ❖ Elaboración de cada una de las aplicaciones adjuntas del MEC: Textos, imágenes, manuales, bibliografía, bases de datos, tips, prácticas de laboratorio, simulación y animaciones.
- ❖ Integración y vinculación del material a cada uno de los módulos.

2.4 VALIDACIÓN DE LA HERRAMIENTA

Las actividades evaluación, validación y análisis, se realizaron en cada etapa de la metodología utilizada en la creación del MEC, esto con el objetivo de depurar la herramienta y sus componentes constantemente, motivando al usuario a sentirse parte importante dentro del proceso de diseño y desarrollo de una de sus herramientas de aprendizaje, asegurando así que el resultado final obtenido satisfaga en la medida de las posibilidades las necesidades del alumno.

2.4.1 Prueba piloto. Dentro de la ejecución de la metodología era necesario llevar acabo acciones de depuración permanente para corregir posibles errores y maximizar aciertos. Dichas pruebas se cumplieron con la colaboración de un grupo de estudiantes en la sala de simulación y control de la Escuela de Ingeniería Química. Las sesiones se programaban de acuerdo con la obtención de cambios sustanciales en el MEC. En el cuadro 8 se relacionan todas y cada una de las actividades que se ejecutaron en la fase de validación.

Cuadro 8. Actividades de análisis, evaluación y validación del MEC

Actividad	Objetivo	Población objetivo
Encuesta 1	Identificar necesidades educativas latentes	66 estudiantes matriculados en el curso de Termodinámica Química I, en el segundo semestre académico del 2003
Encuesta 2	Evaluar la interfaz propuesta para el nuevo MEC	22 estudiantes matriculados en el curso de Termodinámica Química I, en el primer semestre académico del 2004
Encuesta 3	Evaluar el sistema administrador y los módulos temáticos	14 estudiantes matriculados en el curso de Termodinámica Química I, en el segundo semestre académico del 2004
Sesión 1	Inducción al conocimiento de ¿Qué es un MEC?	35 estudiantes matriculados en el curso de Termodinámica Química I, en el primer semestre académico del 2004
Sesión 2, 3 y 4	Reconocimiento y diagnóstico del MEC existente	35 estudiantes matriculados en el curso de Termodinámica Química I, en el primero y segundo semestres académicos del 2004
Sesión final	Validación final del MEC	Publico en general

2.4.2 Prueba de campo. La evaluación final del MEC tutorial para Termodinámica Química I, se llevó a cabo contando con la colaboración de expertos en el tema y de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería

Química, no sólo en relación a la creación de ambientes educativos computacionales sino en términos de enseñanza y manejo de la Termodinámica, con el fin de validar la herramienta y hacerla de conocimiento público, cumpliendo así con uno de los objetivos propuestos para la ejecución de este proyecto de pregrado. Las sesiones se llevaron a cabo durante dos días de la primera semana de noviembre, poniendo a disposición del público en general, profesores y estudiantes de Ingeniería Química de todos los niveles, la herramienta para su depuración final. Además se realizó una última encuesta: Depuración final de la nueva versión del MEC Tutorial para Termodinámica Química I, el formato utilizado se presenta en el Anexo E.

3. RESULTADOS DEL DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE LA NUEVA VERSIÓN DEL MEC TUTORIAL PARA TERMODINAMICA QUIMICA I

Después de todos los análisis hechos en las fases de análisis, diseño y desarrollo del MEC, se recopiló la información en la nueva versión del Mec Tutorial para Termodinámica Química I. Herramienta que cuenta con características visuales y de contenidos agradables, de fácil entendimiento y acceso.

3.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados que se presentan a continuación son producto del análisis de los datos arrojados en las encuestas y de las percepciones recopiladas a lo largo de las sesiones de prueba piloto y prueba de campo. La información se presentará siguiendo el mismo orden en que se ejecutó la metodología.

3.1.1 Resultados de la fase de investigación. La fase de investigación se dividió en dos actividades fundamentales: reconocimiento de necesidades educativas evaluada en la primera encuesta (ver Anexo A) y la segunda actividad (ver tabla 1 y 2) consistió en hacer un diagnóstico de los componentes estructurales del MEC existente, por medio de una sesión presencial de los estudiantes en la sala de simulación de Ingeniería Química.

3.1.1.1 Actividad de reconocimiento. En la tarea de reconocimiento e identificación de necesidades educativas se comprobaron dos aspectos que muestran las tendencias que se observan en el proceso de enseñanza – aprendizaje que se practica en la Escuela de Ingeniería Química de la UIS; el primer aspecto evidencia la tendencia tradicional de los métodos y medios de

acceso a la información y de manejo del conocimiento, restringiendo casi en su totalidad su aprehensión al uso de textos guía y apuntes de clase. Prefiriendo como mecanismo de evaluación la presentación de previos y examen corto, que resultan también ser las herramientas de asignación de valoraciones cuantitativas tradicionales del entendimiento y dominio de los temas tratados.

La segunda tendencia que se observó es que los estudiantes demuestran bastante afinidad por el uso de herramientas, métodos, estrategias y técnicas de aprendizaje no convencionales asociadas al uso de tecnologías de la información y de la comunicación nuevos y modernos, que aunque no son muy conocidas en el medio causan curiosidad en los aprendices y pueden constituirse en nuevos focos de atención para procesos educativos no tradicionales que exploten las capacidades adquiridas con el tiempo y con los nuevos retos de la sociedad.

3.1.1.2 Actividad de diagnóstico. En cuanto a la segunda actividad que hace parte de la fase de investigación, el resultado obtenido de la sesión de diagnóstico preliminar fue un estudiante informado, con criterios de evaluación concretos, involucrado dentro del proceso de construcción, lo cual agrega valor al ciclo de obtención de un producto que tenga sentido para la población y necesidades que son de interés. El diagnóstico se llevo a cabo para el soporte de programación y los contenidos tratados.

❖ La evaluación del soporte de programación demuestra que el MEC de Termodinámica Química I existente presenta en general buen soporte de programación, el software utilizado posee buenas características en cuanto a ejecución de las tareas estipuladas en su construcción y utiliza una interfaz que resulta no ser del todo desconocida por el estudiante cuando trata de manipular la herramienta. Además tiene una buena distribución de su contenido, siguiendo un orden lógico, utilizando un lenguaje apropiado para

explicar los conceptos de la materia que se quiere enseñar. Sin embargo, la velocidad de ejecución de los comandos es lenta y puede ocasionar en el usuario cierto grado de inconformismo respecto a esta variable.

En la tabla 1 se mencionan los aspectos que se tuvieron en cuenta como criterios evaluativos del componente software de la MEC existente.

Tabla 1. Evaluación de los componentes de programación del MEC existente.

Variable	DESCRIPCIÓN	E	B	R	M	NA
Funciones de apoyo a los usuarios	Existencia de funciones de ayuda		X			
Estructura lógica del material	Organización jerárquica de las partes que componen un programa		X			
Requerimientos de uso del paquete	Satisfacción de las necesidades del usuario			X		
Documentación del paquete	Existencia de manuales de uso del programa				X	
Claridad	Fuentes codificadas de forma clara y de fácil entendimiento		X			
Estilo	Codificación con recursos que facilitan una comprensión de código		X			
Disponibilidad	Actualización del programa y su documentación				X	
Precisión	Exactitud de cálculos y resultados de forma que satisfaga la utilización pretendida por el usuario			X		
Necesidad	Implementación apenas de las funciones que fueron especificadas		X			
Oportunidad	Producción de resultados en tiempo hábil			X		
Interfaz entre usuario y programa	Interacción con el usuario en forma simple y natural, siguiendo sus aptitudes		X			
Validabilidad	Facilidad de validar si un programa ejecuta una función para la cual fue destinado					X
Criterios de evaluación: E: Excelente, cumple con los objetivos destinados para tal función B: Bueno, ofrece buena disposición dentro del diseño computacional de la herramienta pero no es el mas apropiado R: Regular, deja vacíos importantes en la ejecución de la función específica M: Malo, no cumple con los objetivos estipulados en la construcción de la herramienta NA: No Aplicable, no se tuvo en cuenta dicho criterio de diseño						

Como consecuencia del análisis de los indicadores de evaluación del software, se consideran entre las muchas características propuestas en el desarrollo de la nueva versión del MEC:

- Formación integral
- Sólida formación básica de tipo teórico y práctico
- Permanencia en su participación académica
- Mejoramiento progresivo del proceso interactivo
- Sentido de pertenencia y motivación
- Manejar información de distintas fuentes
- Extraer inferencias y aplicar razonamiento lógico
- Construir visiones integradoras de la realidad
- Actuar creativamente
- Tener una actitud abierta y crítica
- Utilizar hábitos adecuados de trabajo y estudio.

❖ Por otra parte, en la evaluación de los contenidos tratados en el MEC de Termodinámica Química I existente se programó una sesión de comparación de los temas incluidos en la tabla de contenido de la herramienta con los estipulados, primeramente en el programa de Termodinámica Química I para Ingenieros Químicos y luego para programas propuestos en otras fuentes de información. El resultado de esta labor comparativa se resume en los siguientes puntos:

- No se abordaron la totalidad de temas.
- La profundidad en la exposición de algunos temas no es apropiada a la importancia del concepto dentro del campo de estudio y aplicación de la Termodinámica.
- No se incluyen funciones de acceso a programas complementarios relativos al cálculo y búsqueda bibliográfica de algunos temas propios de la asignatura.

En la siguiente tabla se resumen los dos criterios tomados en cuenta en esta validación:

	Diagramas y tablas de estados termodinámicos (2)	Definición y cálculo de calor latente		X															X	
		Definición y evaluación de capacidad calorífica y calor sensible		X																X
	Ejercicios	X										X								
Primera ley de la termodinámica (3)	Balance de energía en sistemas abiertos y cerrados sin reacción química		X							X										
	Aplicaciones de la ecuación de continuidad			X							X									
	Estudios de casos	Tanques abiertos y cerrados		X																X
		Estado estable e inestable		X																X
		Turbinas y bombas		X																X
		Intercambiadores de calor		X																X
		Transformación energética		X																X
Ejercicios		X										X								
Efectos calóricos	Calor de reacción		X						X											
	Calor de combustión		X						X											
	Calor de disolución		X						X											
	Balances de energía en sistemas reaccionantes		X								X									
	Ejercicios		X								X									
Segunda ley de la termodinámica (4)	Maquinas térmicas ideales			X															X	
	Postulados Kelvin-Plank			X															X	
	Definición de entropía			X															X	
	Desigualdad de Clausius			X															X	
	Balance de entropía			X															X	
	Ejercicios			X															X	

3.1.2 Resultados de la fase de diseño. La arquitectura del MEC consiste básicamente de una interfase gráfica, distintiva para cada módulo, la cual contiene cada uno de los elementos que facilitan la navegación e interactividad por cada uno de los componentes estructurales del software.

Los archivos generados en las películas son archivos Macromedia Flash Player 6. Son archivos gráficos de extensión “.swf” que permiten al diseñador-desarrollador de software presentar de manera interactiva y creativa el contenido de los temas de interés, además son archivos livianos y solo necesitan los reproductores multimedia del computador para ejecutarse. Para reproducir películas Flash en un ordenador se requiere el siguiente software: Microsoft Windows 95, Windows 98, Windows ME, nt 4.0, 2000, xp o posterior; o un Macintosh PowerPc con System 8.6 o posterior. Los requerimientos mínimos de hardware son: Pentium II de 300 Mhz, 64 Mb de memoria RAM, 1Gb de espacio libre en disco duro, unidad de CDRom, sonido multimedia y Mouse.

3.1.2.1 Selección de temas de termodinámica: El listado de los temas que hacen parte del contenido de la nueva versión del MEC, se encuentran en el Anexo C. Los temas se dividieron en nueve módulos, seis de ellos correspondientes al programa de Termodinámica y los tres restantes como introducción a los temas de equipos de proceso, laboratorio e instrumentación industrial.

3.1.2.2 Diseño de la interfaz. Cuando la interfaz de navegación fue terminada se puso a disposición de los estudiantes en una nueva sesión de depuración y la posterior encuesta, en la cual se evaluó la interactividad y la velocidad de navegación dentro del MEC, entre otros aspectos claves para el buen funcionamiento y manejo de la herramienta.

Los resultados de la encuesta: Depuración y evaluación del desempeño del MEC para Termodinámica Química I, se encuentran consignados en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados de la segunda encuesta

Pregunta	Criterio	Resultado (%)				
		Deficiente	Aceptable	Bueno	Muy bueno	Excelente
1	Diseño gráfico del sitio			25	50	25
2	Estructura lógica del material		13	62	19	6
3	Iconografía (gráficos, animaciones y efectos visuales)		6	31	44	19
4	Tipografía		25	31	25	19
5	Medios disponibles		13	20	54	13
6	Funcionalidad de botones y menús		13	25	43	19
7	Facilidad en la navegación		25	13	31	25
8	Equilibrio visual en pantalla		6	25	32	31
9	Velocidad de acceso		6	37	38	13
10	Imágenes		13	6	56	25

En términos generales la fase de análisis de los resultados de la sesión realizada con los estudiantes muestra que la interfaz diseñada posee una buena taxonomía computacional, por lo tanto, brinda al usuario final una ambiente amigable, natural y motivador para constituirse como una propuesta viable de complemento educativo del proceso enseñanza- aprendizaje. Sin embargo los ítems: equilibrio visual en pantalla, facilidad en la navegación y velocidad de acceso son puntos claves para medir la satisfacción del usuario con el uso de la herramienta, por lo cual serán tomados como criterios de mejoramiento de la interfaz del MEC en posteriores versiones.

3.1.3 Resultados de la fase de desarrollo: El sistema administrador, es decir, aquel componente que sirve para mantener la organización jerárquica de la información contenida en el conjunto de archivos generados, se construyó en la plataforma: Macromedia Flash Player 6, debido a que este programa tiene incluido

dentro de su estructura el reproductor de películas Flash. Los resultados están en el Anexo F.

3.1.3.1 Barra de herramientas principal. El formulario principal utilizado en la interfaz consta de una barra de herramientas, la cual está compuesta por un conjunto de botones de acción, una barra de botones de navegación o progreso, un formulario de búsqueda y un grupo de botones de tamaño de reproducción de la película, localizados en la parte superior, superior izquierda, izquierda y superior derecha del escenario respectivamente. A continuación se describen detalladamente cada uno de estos elementos

- ❖ Barra de botones de acción: Compuesta por un total de cinco botones, módulos, herramientas, ingeniería química, autores y manual de usuario, cuya principal función es permitir al usuario acceder a las aplicaciones correspondientes para cada caso en particular. En la tabla 4 se muestran los nombres, funciones y acciones de cada botón.

Tabla 4. Barra de botones de acción.

Botón	Función	Acción
Módulos	Acceder a cada uno de los módulos: Introducción, Propiedades termodinámicas de las sustancias puras, Primera ley de la termodinámica, Efectos calóricos, Segunda ley de la termodinámica, Procesos cíclicos y máquinas térmicas, Equipos de proceso, Laboratorio e Instrumentación.	Hacer clic sobre el botón, y escoger el tema de interés haciendo clic sobre el área activa del menú desplegable.
Herramientas	Acceder a las aplicaciones adjuntas del MEC: WASP, Convertidor de unidades, Calculadora, Calor de combustión, Capacidades caloríficas, Constantes críticas, Calores de disolución, Calores de formación, Propiedades termodinámicas y Ecuaciones de estado.	Hacer clic sobre el botón y escoger una de las aplicaciones adjuntas
Ingeniería Química	Acceder al contenido relacionado con la carrera de Ingeniería Química	Hacer clic sobre el botón
Autores	Acceder a la información correspondiente a los autores de la herramienta	Hacer clic sobre el botón
Manual de usuario	Acceder al formulario de ayuda	Hacer clic sobre el botón

- ❖ Barra de botones de progreso. Esta barra de herramientas permite que el usuario navegue dentro de dos niveles de sucesos: el primero de ellos lo conducirá por las interfases principales de los nueve módulos que hacen parte del MEC y el segundo nivel le permitirá acceder a las películas que componen la temática tratadas dentro de un modulo, siguiendo la línea de tiempo y de sucesos propia de la estructura jerárquica del material. Su acción consiste en hacer clic sobre el botón y liberar la función específica de cada uno de ellos. En el cuadro 9 se ilustra la función de cada componente:

Cuadro 9. Botones de progreso

Botón	Función
Anterior	Acceder al tema consultado anteriormente pero sujeto a la estructura del MEC
Siguiente	Acceder al tema siguiente pero sujeto a la estructura del MEC
Ir al inicio	Acceder a la película inicial de la aplicación

- ❖ Formulario de búsqueda. La función de búsqueda en el MEC esta restringida a mostrar en orden alfabético un menú vertical donde se incluyen todos los tópicos existentes en el MEC. Mediante la acción del puntero del ratón sobre el área activa del menú, se puede acceder al contenido del tema de interés dando clic sobre los textos mostrados en el componente de búsqueda.
- ❖ Botones de control de tamaño. Estos botones, tres en total, cumplen la función de minimizar, maximizar y cerrar la película flash que se esté reproduciendo en el escenario. Su acción en dar clic sobre el área activa del botón.

En la figura 7 se observa la distribución planteada en la interfaz del MEC en torno a las herramientas empleadas como medios de administración de la información contenida en el MEC.

Figura 7. Barra de herramientas principal



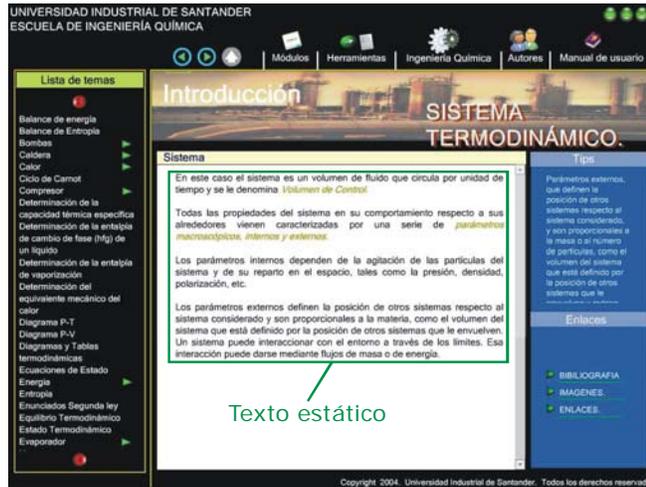
La barra de navegación permite al usuario tener total control de la herramienta mediante la interiorización del funcionamiento básico de administración, además se planteo de tal forma que su apariencia sea muy parecida a la plataforma de interfaz grafica de Windows, sistema operativo altamente difundido.

3.1.3.2 Módulos temáticos. Los módulos temáticos son clips de película contenidos en el ScrollPane (Panel de desplazamiento) y contienen: texto estático, texto dinámico, imágenes, gráficos activos, controles de reproducción, animaciones interactivas, fotos, botones de vinculación o hipervínculos, links Web y tablas. En estos módulos se encuentra la información que se desea transmitir al estudiante.

❖ **Texto estático.** Los textos estáticos permiten transmitir directamente ideas útiles en la exposición de conceptos abstractos, las ideas más importantes o las palabras claves se encuentran resaltadas permitiendo así su fácil identificación. Su desplazamiento a lo largo del área de trabajo se hace manteniendo presionada la barra de desplazamiento vertical del ScrollPane hacia abajo.

En la figura 8, se muestra la localización del texto estático en el área de trabajo del escenario.

Figura 8. Texto estático



La gama de colores utilizada en el área de trabajo ofrece un equilibrio visual y gráfico que permite hacer de la herramienta un medio didáctico, agradable a la vista y con una distribución tal que permite al usuario la generalización de la distribución del contenido a lo largo del MEC.

- ❖ **Texto dinámico.** Los textos dinámicos permiten transmitir indirectamente ideas útiles en la exposición de conceptos útiles para la comprensión del contenido básico de los temas, su disposición se hace en el marco izquierdo del área de trabajo, denominada tips. Su movimiento es vertical de abajo hacia arriba y su acción consiste en ubicar el puntero del ratón sobre el área activa para que el texto permanezca estático por algún instante de tiempo determinado.
- ❖ **Gráficos activos.** Los gráficos activos son elementos interactivos que desencadenan acciones por medio del movimiento del puntero del ratón sobre

su área activa, siendo utilizados básicamente para facilitar el análisis de algunas gráficas.

En la figura 9 se observa un ejemplo del texto dinámico y el gráfico activo para una película específica.

Figura 9. Texto dinámico y gráficos activos



La mayoría del contenido explicativo de cada tema esta asociado a un gráfico que facilita la visualización y jerarquización de la información en la estructura cognitiva del aprendiz.

- ❖ **Controles de reproducción.** Estos botones permiten controlar la ejecución de la animación ya sea detenerla, iniciarla o continuarla, al finalizar las animaciones es necesario pinchar el botón Retroceder para retornar al inicio de la animación.
- ❖ **Botones de enlace o hipervínculos.** Tienen una función similar a un link en una página Web o un hipervínculo, es decir, permite saltar de una película a otra, estos botones se vinculan según la estructura conceptual de cada módulo. Su acción consiste en dar clic sobre el área activa del botón. En la

figura 10 se muestra un ejemplo de controles de reproducción y botones de enlace para una película específica.

Figura 10. Controles de reproducción y botones de enlace



Como se puede ver los controles de reproducción despliegan la acción de las animaciones interactivas de algunos gráficos activos.

- ❖ **Animaciones interactivas.** El movimiento, las vistas en tercera dimensión, la interactividad son si duda las principales ventajas que presenta un MEC en comparación con los libros de texto; cada una de las explicaciones va acompañada de su respectiva animación que permite al estudiante reforzar los conceptos mediante el lenguaje icónico. Su acción consiste en usar los controles de reproducción para desencadenar el suceso.
- ❖ **Fotos.** Se incluyen fotografías en la ventana emergente de imágenes, el conjunto de imágenes es mostrado dependiendo del módulo que se esté consultando; solo constituyéndose en componentes que aumentan la carga visual y permiten que el usuario se ubique concretamente en el tema específico. En la figura 11 se muestra un ejemplo de las animaciones interactivas y fotos utilizadas como lenguaje icónico del MEC.

Figura 11. Animaciones interactivas y fotos



Las vistas en 3D de los equipos de proceso permiten que el estudiante adquiera una visión mas real de su estructura y funcionamiento.

❖ **Links Web.** Los links webs son botones en cuya área activa se encuentra una dirección “URL” de un sitio web específico su acción consiste en dar clic sobre el área activa y desencadenar una vinculación directa con el explorador de Internet del ordenador.

❖ **Tablas.** Las tablas permiten concentrar gran parte de información en poco espacio, de forma resumida, permitiéndole al estudiante crear pequeños mapas conceptuales de la temática específica que este tratando.

En la figura 12 se muestra un ejemplo de los links web y tablas utilizados para darle al estudiante la bibliografía en la Internet y para resumir información importante respectivamente. El formato utilizado para visualizar los enlaces web coinciden con el formato convencional utilizado en la Internet, lo cual facilita la rápida familiarización con la herramienta.

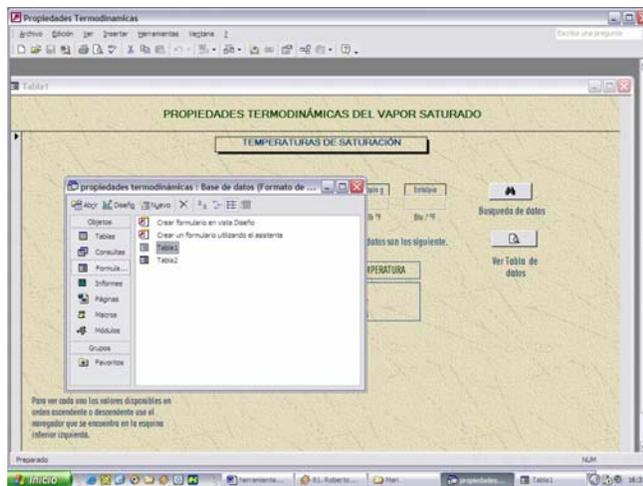
Figura 12. links web y tablas



3.1.3.3 Formularios adicionales. En el botón de herramientas de la barra de botones de acción se puede encontrar aplicaciones construidas en Access 2002, Adobe Acrobat 6.0, WASP for Windows y Versaverter.

❖ **Microsoft Access 2002.** En el diseño de las bases de datos se utilizó varios tipos de presentaciones como formularios, tablas y tablas dinámicas dependiendo del tipo de información a manipular. En la figura 14 se presenta un ejemplo de esta interfaz.

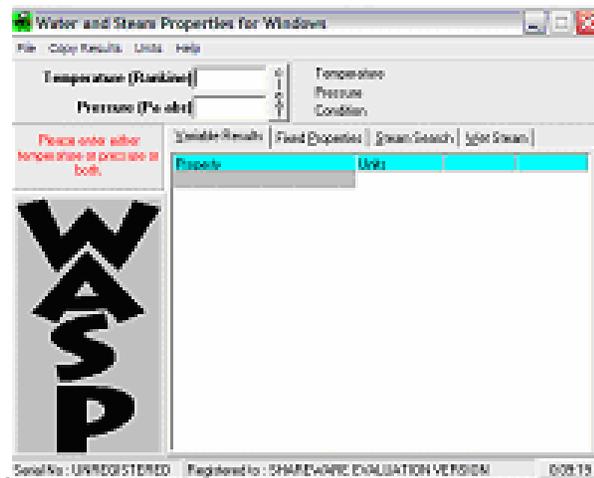
Figura 14. Interfaz de la base de datos



Las bases de datos se constituyen en herramienta de consulta bibliográfica de algunos datos de interés en el conocimiento de las sustancias presentes en la naturaleza y de uso común en análisis termodinámicos.

- ❖ **WASP For Windows (Water an Steam Properties).** Para el cálculo de propiedades termodinámicas del agua se hace uso de esta herramienta, la cual se observa en la figura 15.

Figura 15 Interfaz de trabajo de Wasp

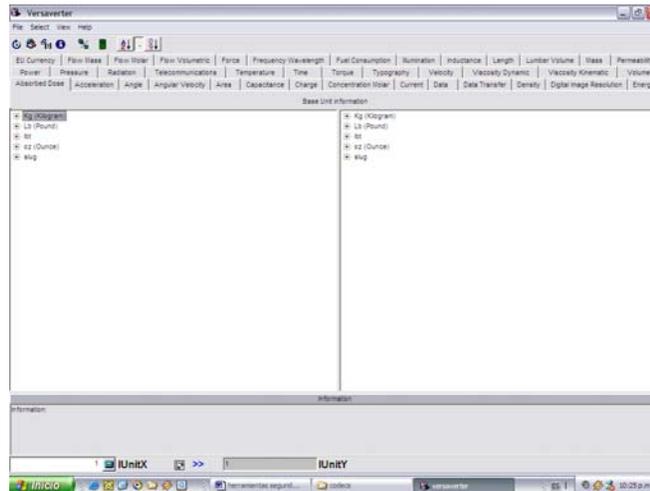


Esta herramienta permite que el estudiante ahorre tiempo y esfuerzo en el cálculo de propiedades termodinámicas de uno de los fluidos más utilizados a nivel industrial.

- ❖ **Versaverter.** En la figura 16 se representa la ventana de trabajo del convertidor de unidades.

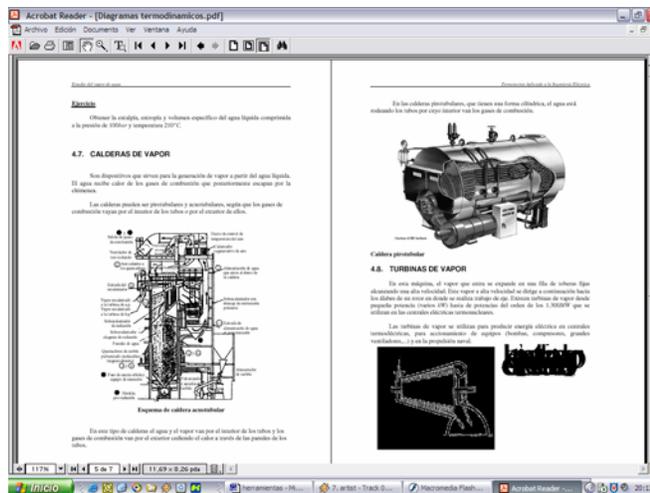
Una actividad común de ingeniería es la conversión de unidades en los diferentes sistemas de medición existentes, Versaverter es una herramienta ágil y completa de conversión.

Figura 16 Interfaz de trabajo del convertidor de unidades



❖ **Adobe Acrobat 6.0.** El material bibliográfico de consulta se encuentra en el formato “.pdf” un ejemplo de esta clase de archivos se ilustra en la figura 17.

Figura17 Archivo típico de Adobe Acrobat



La principal ventaja de los archivos “.pdf” es la gran capacidad de compresión de información, lo cual resulta importante debido a la gran cantidad de información referente a cada uno de los temas de termodinámica.

- ❖ **Calculadora.** La opción que ofrece el MEC para hacer algunos cálculos básicos se puede ver en la figura 18.

Figura18 Interfaz de la calculadora



Uno de los aspectos que se busco en el formulario de calculo del MEC fue su similitud, con las calculadoras utilizadas por los estudiantes.

3.1.4 Resultado de la fase de validación. La fase de validación se llevo a cabo a lo largo de todo el desarrollo metodológico propuesto, se adelantaron encuestas que evaluaron temas de las fases de investigación, diseño y desarrollo, acompañadas de sesiones programadas con un grupo de estudiantes matriculados en los semestres de segundo del 2003 y primero y segundo del 2004 cuyo objetivo fue la depuración de componentes específicos de la herramienta tales como: diseño de la interfaz, conocimiento de los aspectos mas importantes

en la construcción de MECs y evaluación de la distribución y tratamiento de los contenidos en el MEC. En la tabla 5 se relacionan las actividades cuantitativas y cualitativas cuya consecuencia ayudo en la obtención final de un producto con aspectos técnicos y teóricos deseados por los usuarios de la herramienta.

Tabla 5 Actividades de validación de la herramienta

ACTIVIDAD	OBJETIVO	RESULTADO
Encuesta 1	Identificar necesidades latentes	Ver Anexo A y B
Encuesta 2	Evaluar la interfaz propuesta para el nuevo MEC	Tabla 3
Encuesta 3	Evaluar el sistema administrador y los módulos temáticos	Ver Anexo F

3.1.5 Resultado final. El resultado final de la ejecución de la metodología fue un software educativo para Termodinámica Química I, tipo tutorial, creado en la plataforma proporcionada por Macromedia Flash MX, como sistema administrador y como desarrollador de la interfaz gráfica del MEC. Esta herramienta cuenta con una estructura lógica del material distribuida en nueve módulos temáticos; las funciones de apoyo a los usuarios se construyeron haciendo uso de programas tales como WASP, Versaverter, Access 2002 y la Calculadora.

En cuanto al diseño grafico la herramienta posee un buen balance en la distribución del área de trabajo y un equilibrio visual y grafico agradable, versátil, y de fácil entendimiento, proporcionando un lenguaje tanto escrito como iconográfico necesario para el buen entendimiento de los conceptos que se quieren enseñar y/o aprender, la presentación del MEC para Termodinámica Química I en su nueva versión, consta de un CD que contiene el instalador y de un manual de usuario impreso, donde se especifican la estructura y funciones del software.

4. CONCLUSIONES

- ❖ Se desarrolló una nueva versión del MEC para Termodinámica Química I a partir de la reestructuración del soporte de programación y de los contenidos del MEC anterior.
- ❖ El paquete de software que se escogió para desarrollar el MEC fue Macromedia Flash MX hizo del MEC una herramienta versátil, de fácil navegación, didáctica, liviana rápido e ilustrativo del conocimiento que se quiere transmitir.
- ❖ El impacto inicial del MEC en los estudiantes y docentes de la Escuela de Ingeniería Química encontró a la herramienta: conveniente, adecuada y eficaz, como complemento del proceso enseñanza aprendizaje de Termodinámica Química I.
- ❖ Después de hacer el diagnostico en torno a las temáticas que debería contener el MEC, se diseñó el nuevo MEC para Termodinámica Química I, complementando y profundizando el tratamiento de cada una de las bases teóricas correspondientes a los temas que se incluyen dentro del programa vigente en la Escuela de ingeniería Química de la UIS, avanzando en la complejidad y desarrollo de problemas propuestos en el MEC.
- ❖ El MEC de Termodinámica consta de nueve módulos temáticos y herramientas adicionales externas al MEC para evaluar algunas propiedades termodinámicas, efectuar algunos cálculos matemáticos, consultar datos de propiedades físicas y químicas de las sustancias y consultar documentos donde se puede profundizar en algunos temas específicos de la materia.

5. RECOMENDACIONES

Debido a la experiencia adquirida durante el transcurso del proyecto, las sesiones de depuración con los estudiantes y la ejecución de la metodología propuesta, se recomienda mantener la discusión sobre el papel de los medios informáticos como fuente de nuevas y no convencionales formas de enseñanza, para lo cual se hace necesario verificar cortantemente la validez de las estrategias pedagógicas, didácticas y contextuales de la forma de hacer educación en la escuela de Ingeniería Química de la UIS. Los resultados que deben esperarse en corto plazo si se decide correr el riesgo de actualizar los medios de acceso a la información son estudiantes más comprometidos con la generación de conocimiento útil para la sociedad actual, cumpliendo así con su compromiso social como agentes generadores de cambio social e intelectual. Para futuros procesos de evaluación y actualización de herramientas educativas computarizadas, se recomienda que los objetivos giren en torno a los siguientes aspectos:

- ❖ La creación de interfases que permitan la comunicación con otras aplicaciones informáticas como MECs, simuladores, hojas de cálculo, bases de datos, sistemas expertos, entre muchos otros.
- ❖ La integración gradual de estos materiales como parte del plan de estudios de la materia para la cual fue construido el software.
- ❖ La divulgación del material en otras escuelas de la universidad que tengan relación directa con la materia.
- ❖ Continuar con el ciclo de evaluación, verificación y complementación del MEC como parte de los objetivos trazados en la enseñanza de la materia.

6. BIBLIOGRAFIA

- ❖ AGUILAR, E. VITALIA, M. EWERT, C. FIALLO, J. PORRAS, H. RAMON, H. Aula Virtual: Una alternativa en educación superior. Ediciones UIS.
- ❖ BALZHISER, R. SAMUE, M. Engineering Thermodynamics. Prentice Hall, Englewoods Cliffs, 1979.
- ❖ BLOCH, H. Guía Práctica Para La Tecnología De Las Turbinas De Vapor. McGraw-Hill. México. c1998
- ❖ ----- . Guía Práctica Para La Tecnología De Los Compresores. McGraw-Hill. México. c1998
- ❖ BRAN, R. SOUZA de Zulcy. Maquinas De Fluxo; Turbinas, Bombas, Ventiladores. 2ed. Río de Janeiro. 1980.
- ❖ CENTENO, A. Bases de Termodinámica para Ingeniería. Ediciones UIS. Colombia 1989.
- ❖ FAY, J. Introduction To Fluid Mechanics. Massachusetts Institute of Technology.
- ❖ GALVIS, A H. (1997). Micromundos Lúdicos Interactivos: Aspectos Críticos en su Diseño y Desarrollo. Memorias de Jornadas de Informática Educativa 1997 JIE (Buenos Aires, Argentina, Agosto 30 a septiembre de 1997)

- ❖ ----- . “Ingeniería de Software Educativo”. Universidad de los Andes. Santa fe de Bogotá, 1992. Colombia.
- ❖ ----- . Ingeniería de Software Educativo". Bogotá, 1994. Ediciones Uniandes
- ❖ ----- . RUEDA, F. “Congreso Colombiano de Informática Educativa” Volumen 1. Santa Fe de Bogotá, 11, 12, 13 y 14 de Marzo, 1992.
- ❖ GIL, H. OSORIO, M. “Diseño y desarrollo de un material educativo computarizado para Termodinámica I”. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2002.
- ❖ GREENE, R. Compresores: Selección, Uso Y Mantenimiento McGraw-Hill. México. 1999.
- ❖ CHURCH, H. Bombas Y Maquinas Soplantes Centrifugas; Su Teoría, Calculo, Construcción Y Funcionamiento. Editorial Reverte. Barcelona 1954.
- ❖ <http://investigacion.ilce.edu.mx/dice/proyectos/evaluacion/modelo.htm>
- ❖ [ttp://ism.dei.uc.pt/ribie/docfiles/txt20037292220Uso%20de%20la%20notacion%20UML.pdf](http://ism.dei.uc.pt/ribie/docfiles/txt20037292220Uso%20de%20la%20notacion%20UML.pdf)
- ❖ <http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES>
- ❖ <http://www.inf.udec.cl/revista/edicion6/psalcedo.htm>
- ❖ <http://www.kimera.com/articulos/multimedia.html>

- ❖ MANRIQUE, J. Termodinámica. Editorial Harla. 1976. MARADEY, J. Francisco. Termodinámica Aplicada. Ediciones UIS. Colombia 2002.
- ❖ MATAIX, C. Turbomáquinas Térmicas: Turbinas De Vapor, Turbinas De Gas, Turbocompresores. 3ed. Editorial Limusa. Madrid. 2000.
- ❖ MCNAUGHTON, J. Bombas Selección, Uso Y Mantenimiento McGraw-Hill. México. 1999.
- ❖ PERRY. Manual del Ingeniero Químico. Mc Graw Hill 6^{ta} Edición. México 1992.
- ❖ REKLAITIS, V. Balances de Materia y Energía. Editorial Interamericana. México 1986.
- ❖ SMITH, M. VAN NESS, C. ABBOTT, M. Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química. Mc Graw Hill. México 1998.
- ❖ UNDERDAHL, B. Manual de Referencia Macromedia Flash MX. Mc Graw Hill España 2003.
- ❖ URQUIZA, J. AGUIRRE, L. Hornos. McGraw-Hill. Santa fe de Bogota. 1998.
- ❖ VAN WYLEN, G. SONNTAG, R. Introducción a la Termodinámica Clásica y Estadística. Editorial Limusa S. A. México, D. F. 1991.
- ❖ WOODS, P. S. Programación de Macromedia Flash MX. McGraw-Hill. España. 2003.

Anexo A. Formato de la primera encuesta.

IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES EDUCATIVAS.

Califique de 1 a 5 cada uno de los ítems que se presentan en las siguientes preguntas, de acuerdo al uso, existencia y concepto que tiene de cada uno de ellos (siendo 1 la menor calificación y 5 la mayor calificación)

1. Medios de información consultados a la hora de estudiar

	5	4	3	2	1
Textos					
Apuntes de clase					
Artículos de Revistas					
Internet					
Material computarizado					

2. Disponibilidad de los siguientes medios de acceso a la información

	5	4	3	2	1
Programas de computador					
Internet					
Revistas					
Textos					
Bases de datos					

3. Utilidad de los soportes educativos presentados a continuación.

	5	4	3	2	1
Prácticas de laboratorio					
Simulación					
Tutorías					
Software educativo					

4. Los siguientes aspectos en cuanto al material bibliográfico al que tiene acceso en la universidad.

	5	4	3	2	1
Disponibilidad					
Cantidad					
Calidad					
Actualidad					

5. El mecanismo con el cual se siente mejor evaluado.

	5	4	3	2	1
Talleres					
Previos					
Asignaciones					
Quices					
Pruebas orales					

6. En la eventualidad de que se implemente un tutorial dentro de las asignaturas, ¿Cual cree usted que debe ser el aspecto a profundizar?

	5	4	3	2	1
Teoría y conceptos					
Bases de datos					
Aplicación del conocimiento					

7. ¿Cuál cree que debe ser el papel de un tutorial en el proceso de enseñanza-aprendizaje?

	5	4	3	2	1
Herramienta de enseñanza					
Medio de aplicación de conceptos					
Instrumento de calificación					

En las siguientes preguntas seleccione la opción que considere más conveniente.

8. Cree que es importante el uso de ambientes interactivos y didácticos que evidencien la parte práctica y dinámica del conocimiento.

Si _____
No _____

9. Ha utilizado alguna vez algún tipo de material computarizado para el desarrollo de una asignatura

Si _____ Cual?
No _____ Asignatura

10. Considera que el desarrollo de la materia debería complementarse con el uso de un tutorial

Si _____
No _____

11. Considera que el uso del tutorial es importante en el proceso de aprehensión, comprensión y aplicación de los diferentes tópicos vistos en el transcurso de su carrera

Si _____
No _____

12. Cree usted que el tutorial debe proporcionar información de temas no tratados en clase

Si _____
No _____

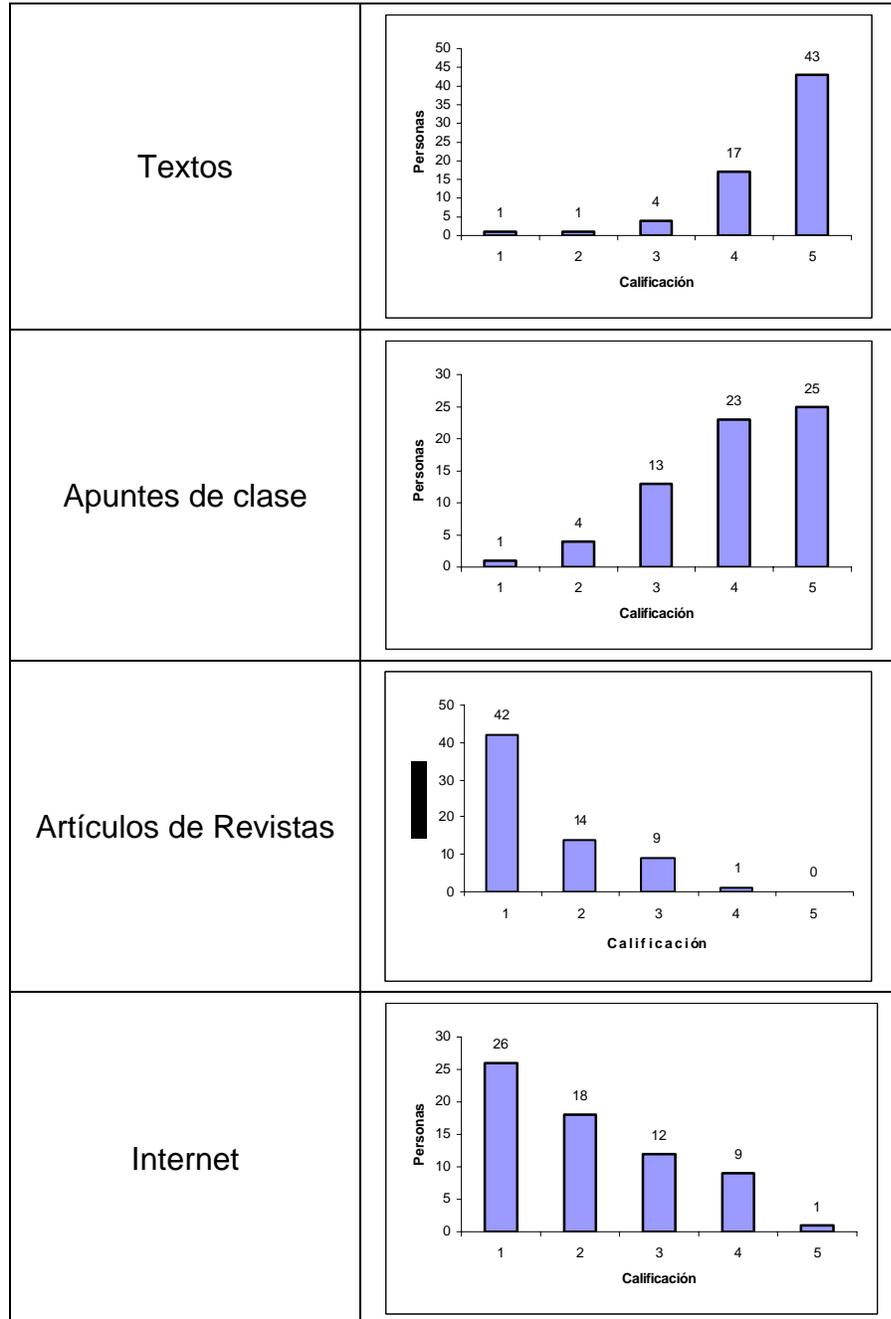
13. Sabe que es un Material Educativo Computarizado (MEC). (tutorial)

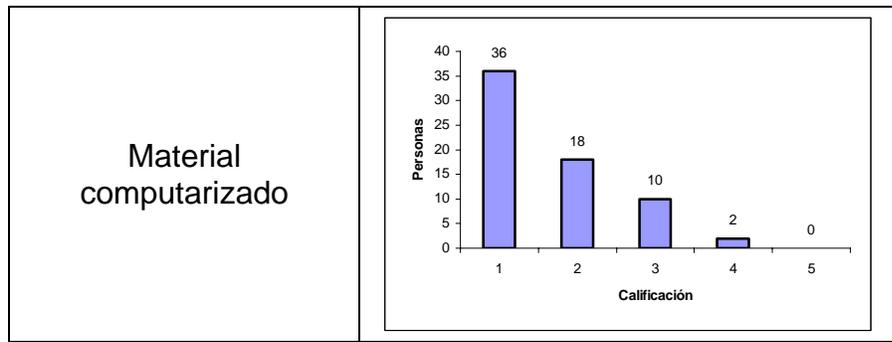
Si _____
No _____

GRACIAS POR SU COLABORACION

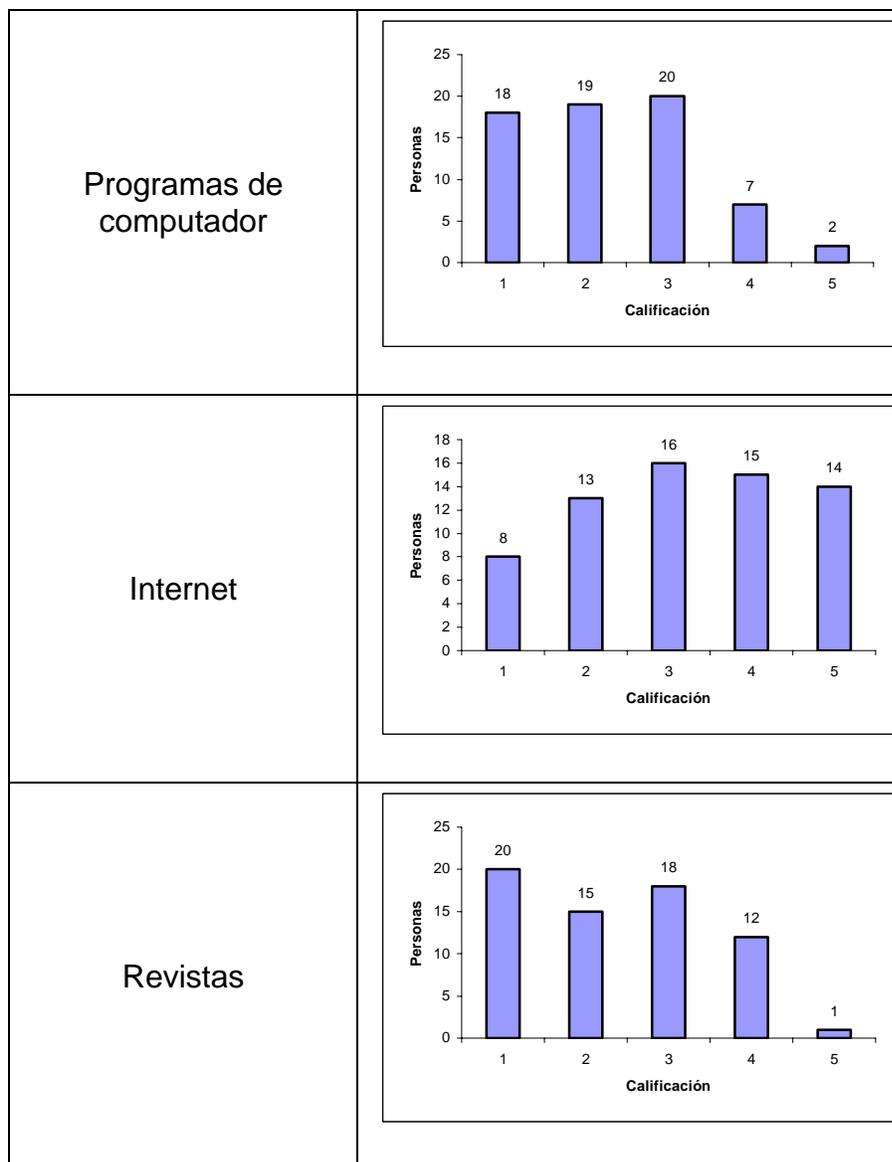
Anexo B. Resultados de la primera encuesta

1. Medios de información consultados a la hora de estudiar





2. Disponibilidad de los siguientes medios de acceso a la información



Textos	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Calificación</th> <th>Personas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>34</td> </tr> </tbody> </table>	Calificación	Personas	1	1	2	2	3	6	4	23	5	34
Calificación	Personas												
1	1												
2	2												
3	6												
4	23												
5	34												
Bases de datos	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Calificación</th> <th>Personas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Calificación	Personas	1	19	2	18	3	20	4	7	5	2
Calificación	Personas												
1	19												
2	18												
3	20												
4	7												
5	2												

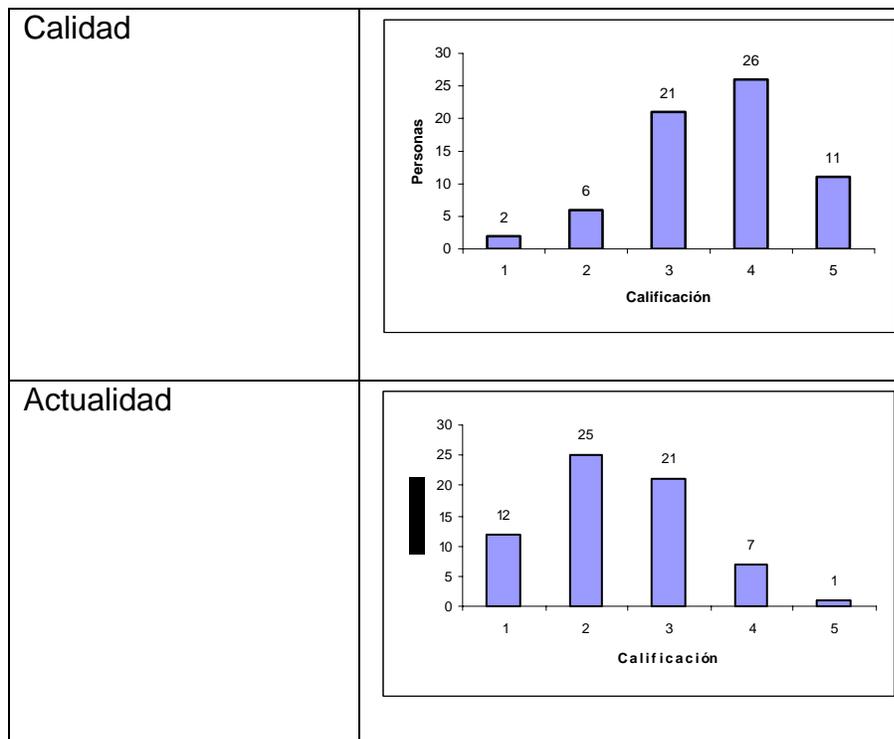
3. Utilidad de los soportes educativos presentados a continuación

Prácticas de laboratorio	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Calificación</th> <th>Personas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>19</td> </tr> </tbody> </table>	Calificación	Personas	1	4	2	2	3	17	4	24	5	19
Calificación	Personas												
1	4												
2	2												
3	17												
4	24												
5	19												
Simulación	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Calificación</th> <th>Personas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Calificación	Personas	1	9	2	14	3	13	4	19	5	10
Calificación	Personas												
1	9												
2	14												
3	13												
4	19												
5	10												

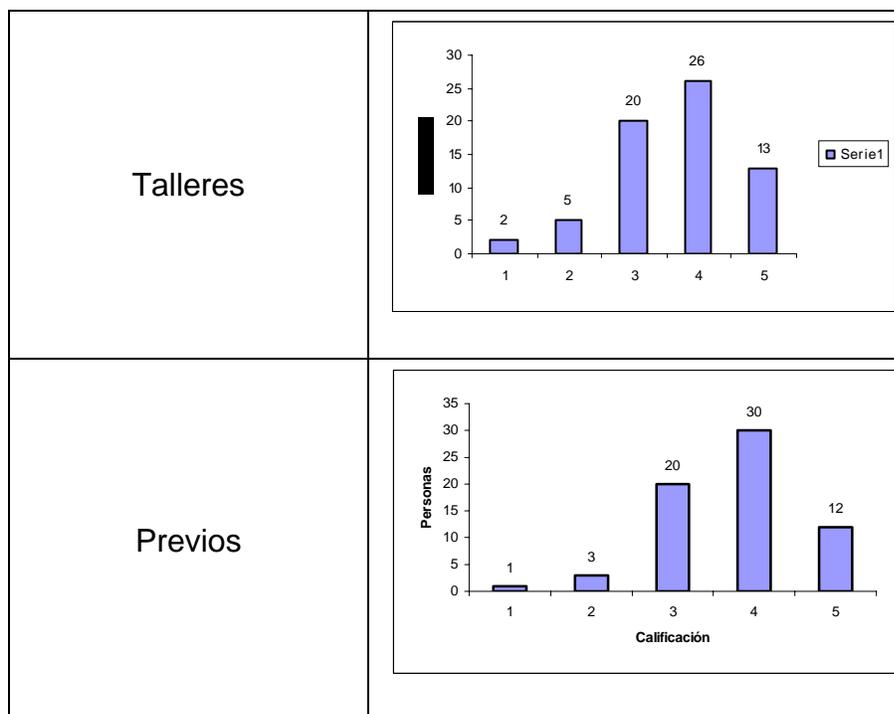
Tutorías	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Calificación</th> <th>Personas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table>	Calificación	Personas	1	12	2	10	3	18	4	17	5	9
Calificación	Personas												
1	12												
2	10												
3	18												
4	17												
5	9												
Software educativo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Calificación</th> <th>Personas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>	Calificación	Personas	1	23	2	18	3	11	4	8	5	6
Calificación	Personas												
1	23												
2	18												
3	11												
4	8												
5	6												

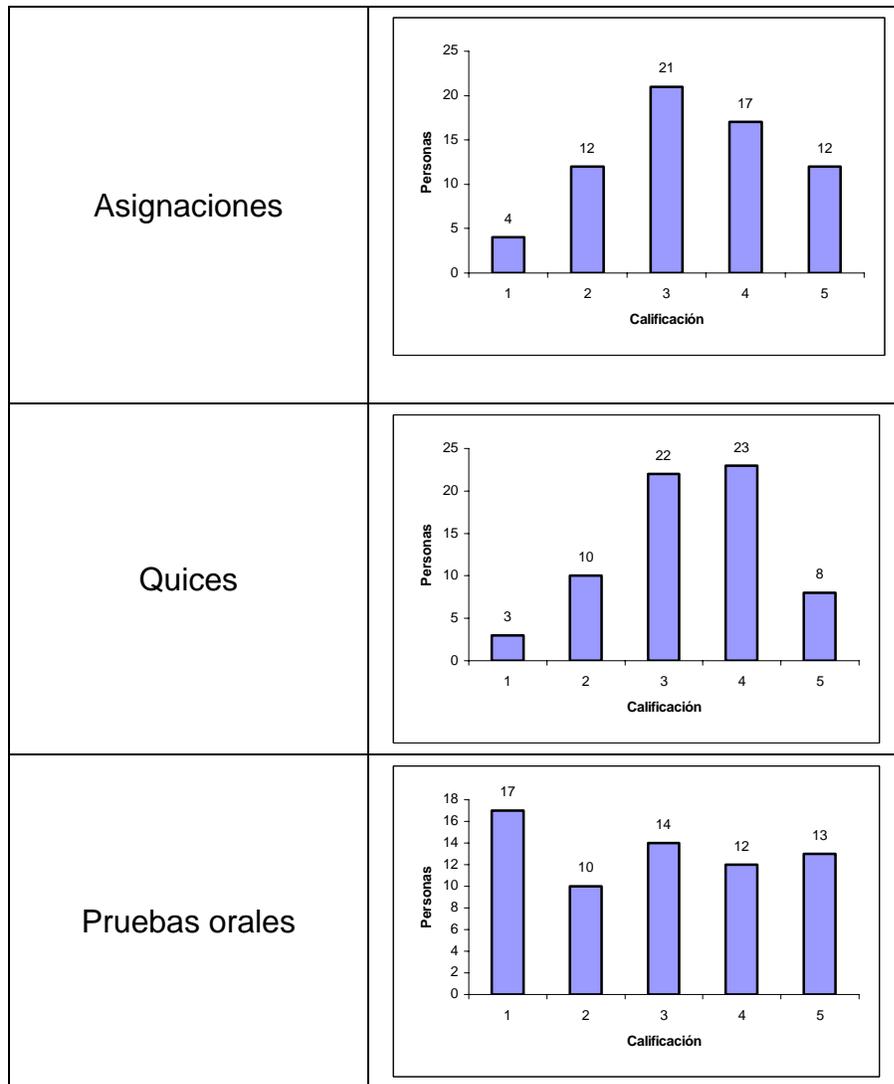
4. Los siguientes aspectos en cuanto al material bibliográfico al que tiene acceso en la universidad.

Disponibilidad	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Calificación</th> <th>Personas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>13</td> </tr> </tbody> </table>	Calificación	Personas	1	1	2	11	3	20	4	21	5	13
Calificación	Personas												
1	1												
2	11												
3	20												
4	21												
5	13												
Cantidad	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Calificación</th> <th>Personas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Calificación	Personas	1	9	2	18	3	22	4	13	5	4
Calificación	Personas												
1	9												
2	18												
3	22												
4	13												
5	4												

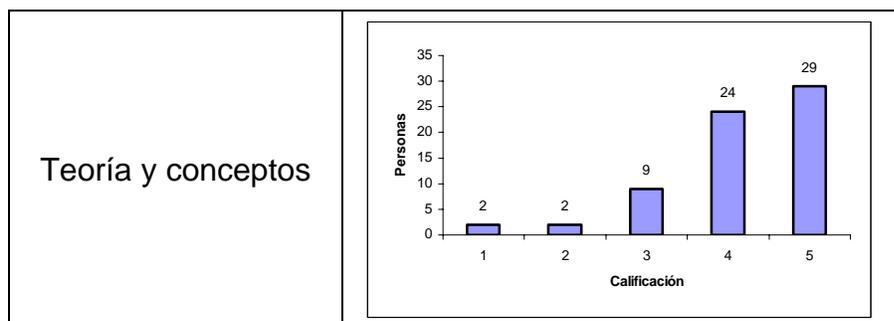


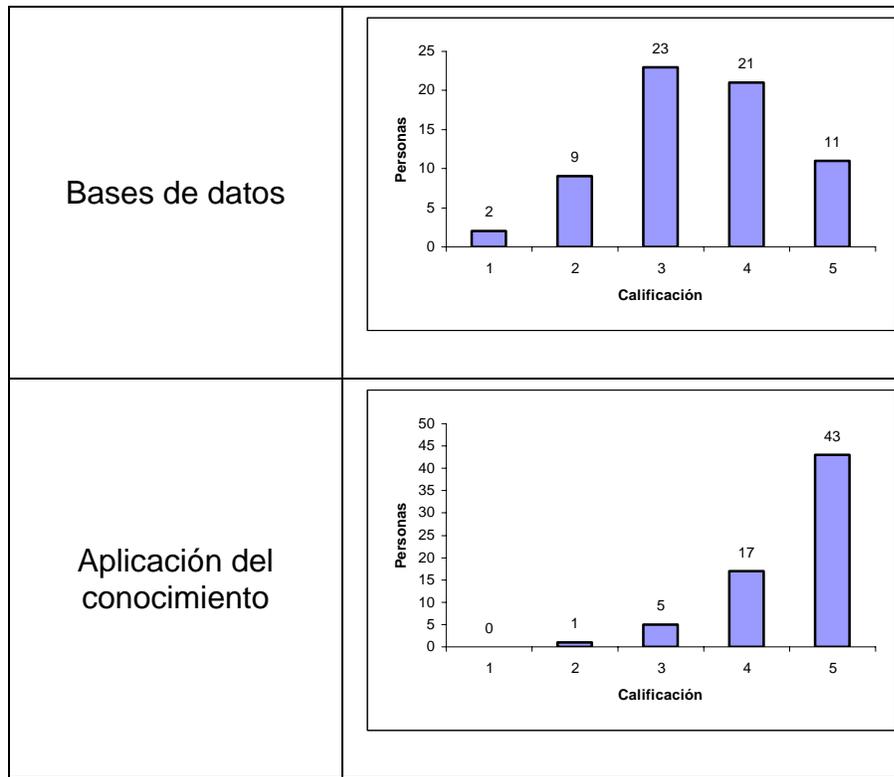
5. El mecanismo con el cual se siente mejor evaluado



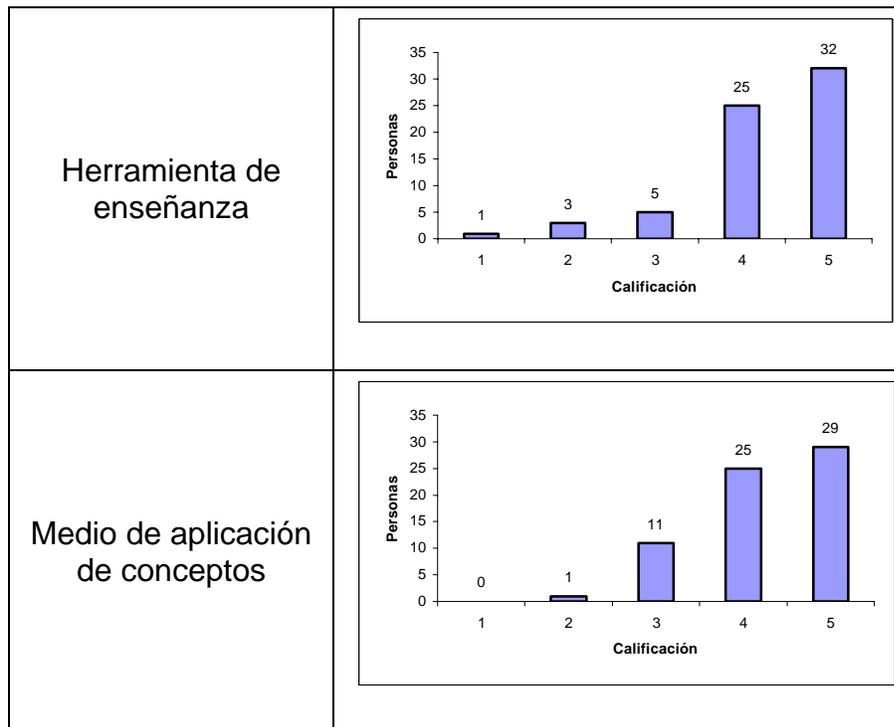


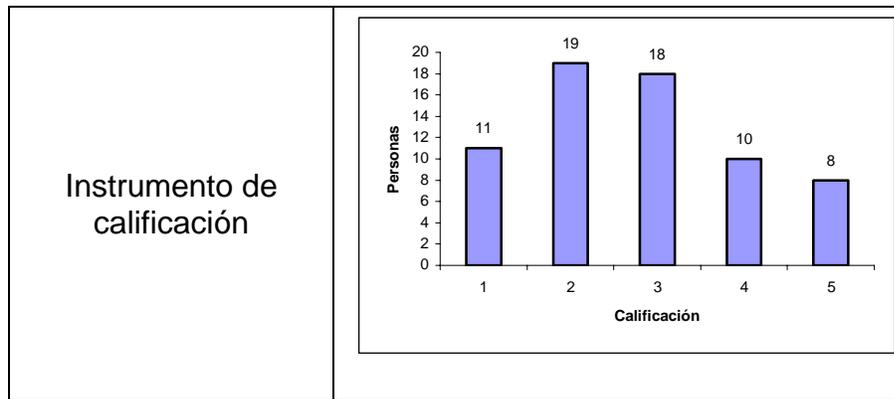
6. En la eventualidad de que se implemente un tutorial dentro de las asignaturas, ¿Cual cree usted que debe ser el aspecto a profundizar?



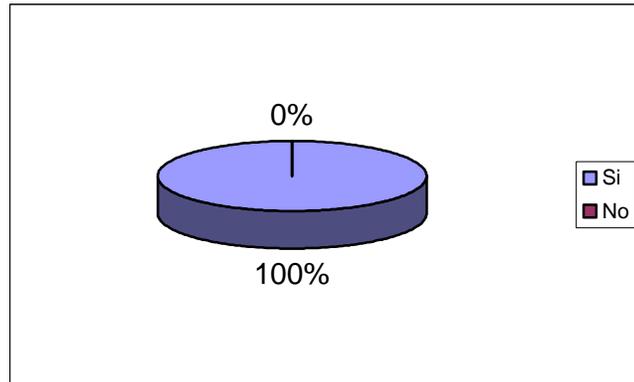


7. ¿Cuál cree que debe ser el papel de un tutorial en el proceso de enseñanza-aprendizaje?

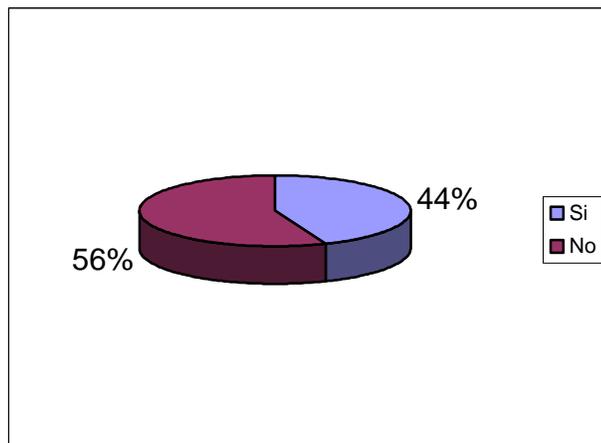




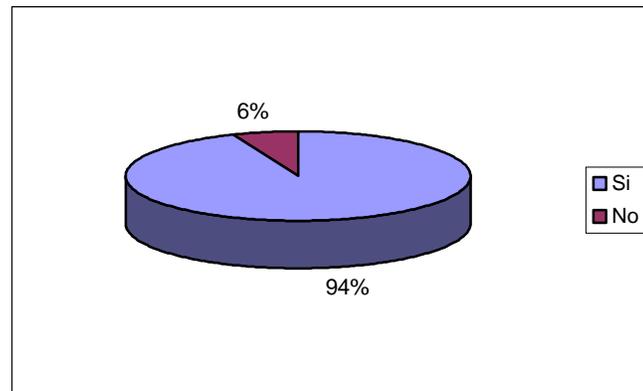
8. Cree que es importante el uso de ambientes interactivos y didácticos que evidencien la parte práctica y dinámica del conocimiento



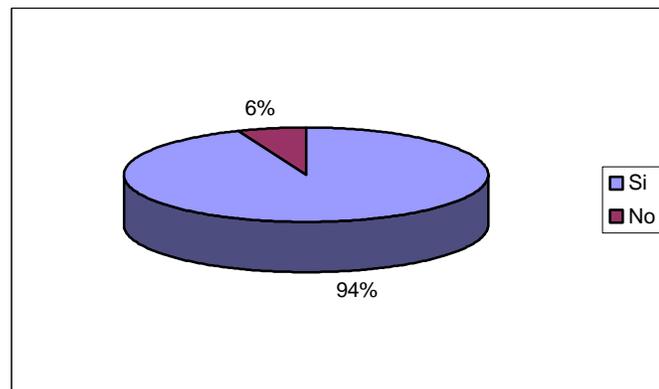
9. Ha utilizado alguna vez algún tipo de material computarizado para el desarrollo de una asignatura



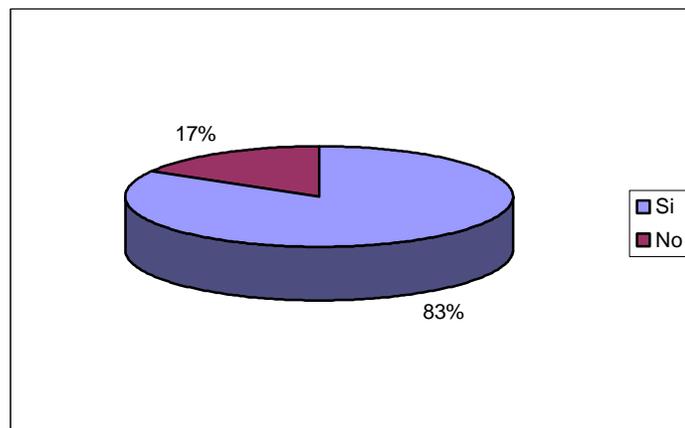
10. Considera que el desarrollo de la materia debería complementarse con el uso de un tutorial



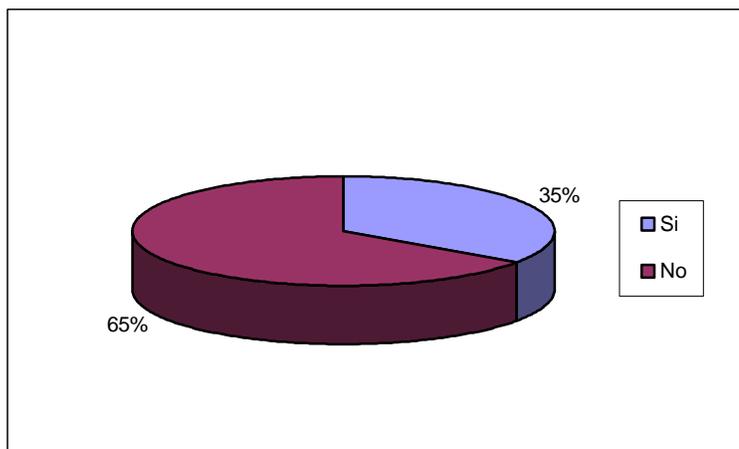
11. Considera que el uso del tutorial es importante en el proceso de aprehensión, comprensión y aplicación de los diferentes tópicos vistos en el transcurso de su carrera



12. Cree usted que el tutorial debe proporcionar información de temas no tratados en clase



13. Sabe que es un Material Educativo Computarizado (MEC).



Anexo C. Listado de temas que hacen parte del contenido de la nueva versión del MEC.

<p style="text-align: center;">MODULO I INTRODUCCIÓN</p>	<p>Sistema termodinámico. Límites. Estado termodinámico. Equilibrio termodinámico. Proceso. Trayectoria. Energía. Calor. Trabajo. Tipos de trabajo. Trabajo de eje. Trabajo de flujo. Trabajo de expansión y compresión</p>
<p style="text-align: center;">MODULO 2 PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS PURAS</p>	<p>Sustancia Pura. Variables. Presión. Temperatura. Volumen. Energía Interna. Entalpía. Interrelación de Propiedades Termodinámicas. Regla de las Fases. Diagramas Y Tablas de Propiedades Termodinámicas para Sustancias Puras. Proyecciones de la Superficie (P,V,T) Región Sólida. Región Líquida. Región Vapor. Región Líquido – Vapor. Calidad. Región Sólido – Vapor. Curvas Isotérmicas. Tablas de Propiedades Termodinámicas. Modelos de Comportamiento de la Sustancia Pura. Ecuaciones de Estado. Comportamiento Ideal. Ecuación del Comportamiento Ideal. Ecuación de Van Der Waals.</p>

	Correlación Generalizada.
MODULO 3 PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA	Conservación de La Energía. Energía como Calor. Calor Sensible Calor Latente. Calor Estándar de Reacción. Calor de Formación. Energía como Trabajo de Eje y Trabajo De Flujo. Trabajo de Eje. Trabajo de Flujo. Balance de Energía. Aplicaciones del Balance de Energía.
MODULO 4 EFECTOS CALORICOS	Efectos del Calor Sensible Calores Latentes de Sustancias Puras Calor Estándar de Reacción Calor Estándar de Formación
MODULO 5 SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA	Segunda Ley de la Termodinámica. Definición. Máquinas Térmicas. Ciclo de Carnot. Eficiencia de Máquinas Térmicas. Refrigerador o Bomba de Calor. Deposito Térmico. Proceso Reversible Entropía. Balance de Entropía. Calculo de la Entropía Para un Proceso Reversible.
MODULO 6 PROCESOS CICLICOS	Máquina de Potencia. Bomba de Calor. Ciclo de Carnot. Ciclo Rankine. Irreversibilidades Internas del Ciclo Rankine. Ciclo Rankine con Sobrecalentamiento y Recalentamiento Ciclo de Otto.
MODULO 7 EQUIPOS DE PROCESO	Intercambiadores de Calor Calderas. Bombas. Horno.

	<p>Turbina. Compresor. Evaporador.</p>
<p>MODULO 8 LABORATORIO</p>	<p>Punto triple de una Sustancia Pura. Equivalente Mecánico del Calor. Entalpía de Vaporización. Calor Específico de un Sólido. Calores Latentes de Cambio de Estado. Capacidad Térmica Específica. Entalpía de Cambio de Fase de un Líquido.</p>
<p>MODULO 9 INSTRUMENTACIÓN</p>	<p>Instrumentos para Medir Presión. Instrumentos para Medir Temperatura. Válvulas.</p>

Anexo D. Formato de la segunda encuesta

Evaluación preliminar del diseño y la interactividad del MEC de termodinámica química I
 Evalúe según corresponda, cada una de las siguientes afirmaciones.

Criterio	Deficiente				Aceptable			Bueno	Muy bueno	Excelente	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Encuentra estimulante la presentación y el diseño del MEC											
Considera la estructura lógica del material (organización jerárquica de los componentes) apropiada para el aprendizaje de la materia											
Los gráficos, animaciones y efectos visuales hacen que los contenidos del MEC sean de fácil entendimiento, acceso y forma de navegación											
Evalúe la claridad del material, relativa al tipo de fuentes usadas, color, tamaño, efectos...											
Considera suficiente la documentación del material (anexos, tablas, archivos adjuntos, gráficos, manuales) como soporte para el desarrollo de la materia											
Los fundamentos teóricos se presentan con claridad, concreción y suficiencia											
Considera que el material presentado en el MEC le permite desarrollar su propio ritmo de aprendizaje											
Durante el tiempo que utilizo el MEC se mantuvo estimulado a desarrollar las actividades propuestas por éste											
La interacción con el MEC se produce de forma simple y natural (navegación, desarrollo de animaciones gráficos, etc.)											
Después de desarrollar la herramienta considera que se produce la apropiación del conocimiento de una manera más fácil											

Anexo E. Formato de la tercera encuesta

Actividad de depuración y evaluación del desempeño del MEC para Termodinámica Química I

Conteste según corresponda cada una de las siguientes preguntas

1. Defina brevemente cada uno de los siguientes términos:

Equipo de proceso	Definición
Bomba	
Intercambiador de calor	
Caldera	
Horno	
Compresor	
Evaporador	
Turbina	

2. Cual es el funcionamiento básico de:

Equipo de proceso	Funcionamiento
Bomba	
Intercambiador de calor	
Caldera	
Horno	
Compresor	
Evaporador	
Turbina	

3. ¿Cuales son los diferentes tipos de calderas?

4. ¿Cuales son los diferentes medios para bombear fluidos?

5. ¿En qué se diferencian los intercambiadores de calor con flujo paralelo en equicorriente, de los intercambiadores de calor con flujo cruzado e intercambiadores de calor con flujo en contracorriente?

6. ¿Qué son los deflectores?

7. ¿Qué es un compresor de pistón líquido?

8. ¿Cuál es la división que se hace de los compresores de acuerdo al acoplamiento del motor-compresor?

9. Indique, ¿Cuáles son, en general, todas las entradas y salidas de masa para un evaporador?

10. Diga, ¿Cuales son las partes de un horno de tambor?

Anexo F. Resultados de la tercera encuesta

La encuesta consistió de 10 preguntas relacionadas con el contenido del MEC, pero en diferentes grados de profundidad en la estructura jerárquica del material, por lo tanto los estudiantes deben hacer uso de las herramientas que les brinda el sistema administrador y el formulario de búsqueda para navegar por el material y encontrara la información que se les pide evaluar. Las variables que fueron propuestas como criterios de valoración del desempeño fueron las siguientes: El tiempo de respuesta, es decir, la cantidad de tiempo promedio por pregunta contestada; el número de preguntas contestadas sobre el número de preguntas hechas y el grado de aceptación y opinión respecto a la cantidad, calidad y presentación de la información. Los resultados de esta sesión de evaluación del componente administrativo del MEC dejan ver que los estudiantes tardan aproximadamente 5 minutos por pregunta, lo cual resulta satisfactorio considerando que era la primera vez que ellos se encontraban en contacto con la herramienta y que algunas preguntas no se encontraban en el MEC, esto con el fin de identificar reacciones ante situaciones de presión. Además el número de respuestas contestadas respecto al número de preguntas hechas alcanzo un valor cercano al 95% en 11 de los trece casos reportados y del 70% en los dos casos restantes. Estos valores demuestran que la información contenida y la estructura administrativa del MEC poseen buenas características en aspectos como alta velocidad de navegación, número de rutas de acceso y cantidad de información. La opinión del MEC captada en la sesión giró en torno a dos posiciones importantes: la primera de ellas tiene que ver con la necesidad que expresan los estudiantes respecto al uso de lenguaje icónico como soporte de las explicaciones y conceptos de termodinámica que se encuentran en el MEC, y la segunda posición gira en torno a la buena aceptación de este tipo de herramientas educativas como soporte del proceso de enseñanza-aprendizaje de la materia para la cual fue construido.