

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MATERIAL EDUCATIVO  
COMPUTARIZADO (MEC) PARA EL APRENDIZAJE DEL CURSO DE  
ESTEQUIOMETRÍA

JUAN ANDRÉS ARTEAGA ROSERO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
BUCARAMANGA

2010

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MATERIAL EDUCATIVO  
COMPUTARIZADO (MEC) PARA EL APRENDIZAJE DEL CURSO DE  
ESTEQUIOMETRÍA

JUAN ANDRÉS ARTEAGA ROSERO

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial  
para optar al título de Ingeniero Químico

DIRECTOR

KEVIN LEANDRO ROSAS BARRERA

Ingeniero Químico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
BUCARAMANGA

2010

A Dios.

A mi familia.

A mis amigos y amigas.

A quienes creyeron en mí.

Y a quienes no...

*"If I had one call to make  
I would dial yesterday and warn myself  
Tell my lips the words to say  
Not let you just walk away..."*

## AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su más sincero agradecimiento a:

Ing. KEVIN ROSAS B., por su total apoyo y orientación en el desarrollo del proyecto y ánimo en el progreso del mismo.

Msc. CRISÓSTOMO BARAJAS F., por sus sabios consejos y su colaboración. Por ser un ejemplo a seguir.

Dr. CARLOS MUVDI N., por sus invaluable aportes en la estructuración del proyecto.

A CLAUDIA BONILLA P., por la idea básica.

A ARLEY NOVA, por su disposición en la construcción del proyecto.

A TATIANA ROJAS, por su apoyo incondicional a cada momento.

A MARÍA, SILVIA, DIANA y NATHALIE, por su interés en el mejoramiento del proyecto.

A mi familia, amigos compañeros y demás personas que aportaron, directa e indirectamente en la realización del proyecto.

## CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN	1
1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	
1.1. OBJETIVOS	
1.1.1. Objetivo General	3
1.1.2. Objetivos Específicos	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.3. MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO (MEC)	5
1.4. IMPACTO ESPERADO	6
2. METODOLOGÍA	7
2.1. DISEÑO DEL MEC	7
2.1.1. Planteamiento del Problema	7
2.1.2. Perfil del Usuario	7
2.1.3. Contenidos	7
2.1.4. Revisión Bibliográfica	8
2.1.5. Diseño de la Interfaz	8
2.1.6. Especificaciones de Recursos Técnicos	8
2.1.7. Desarrollo de la Interfaz	9
2.1.8. Prueba y Ajuste	10
2.1.9. Implementación	10
2.2. CONTENIDOS DEL PROYECTO	10
2.2.1. Conceptos Básicos	10
2.2.2. Gases, Vapores, Líquidos y sólidos	11
2.2.3. Principios de Conservación de Masa	11
2.2.4. Balance por Componentes sin Reacción Química	12
2.2.5. Estequiometría en Sistemas con Reacción	12
2.2.6. Balance por Componentes con Reacción Química	12
2.2.7. Termoquímica	13
2.2.8. Balance de Energía	13
2.2.9. Tópicos Especiales	14
2.3. ESTRUCTURA DEL PROYECTO	14
2.3.1. Orientación al Usuario Final	14
2.3.2. Teoría de la Unidad	15
2.3.3. Ejercicios Resueltos	16
2.3.4. Prueba de la Unidad	16
2.3.5. Prueba Final	17

3.	DESARROLLO DEL PROYECTO	18
3.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
3.2.	DESCRIPCIÓN DEL USUARIO	19
3.3.	CONTENIDOS	20
3.4.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	20
3.5.	DISEÑO DE LA INTERFAZ	20
3.6.	DESARROLLO DE LA INTERFAZ	21
3.7.	PRUEBA Y AJUSTE	22
3.8.	MANUAL DE USUARIO	23
3.9.	IMPLEMENTACIÓN	23
4.	CONCLUSIONES	24
5.	RECOMENDACIONES	25
	BIBLIOGRAFÍA	26
	ANEXOS	28

## LISTA DE ANEXOS

	Pag.
ANEXO A. Encuesta de Perfil de Usuario	28
ANEXO B. Contenidos del MEC	35
ANEXO C. Presentación de la Interfaz	38

## RESUMEN

**TÍTULO:** Diseño e Implementación de un Material Educativo Computarizado (MEC) para el Aprendizaje del Curso de Estequiometría.\*

**AUTOR:** Juan Andrés Arteaga Rosero\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Estequiometría, Material Educativo Computarizado (MEC), herramienta pedagógica, material multimedia.

### DESCRIPCIÓN:

Dada la importancia que tiene el curso de “Estequiometría” en la formación del Ingeniero Químico profesional, se desarrolló una herramienta educativa que permita a los jóvenes en formación asimilar de forma correcta las teorías de dicha asignatura.

Teniendo en cuenta las dificultades que se han presentado entre el estudiantado, se diseñó un software sencillo, atractivo y didáctico que busca minimizar las dificultades académicas. Así mismo, es un material de alta calidad que ha sido creado, no sólo como herramienta de estudio, sino también como guía al personal docente a cargo de la materia.

Este Material Educativo Computarizado (MEC) está dividido en 8 unidades principales a saber: Conceptos Básicos, Gases, Vapores, Líquidos y Sólidos, Principios de Conservación de Masa, Balance por Componentes sin Reacción Química, Estequiometría en Sistemas Con Reacción, Balance por Componentes con Reacción Química, Termoquímica y Balance de Energía. De este modo, cubre todos los temas propuestos en el programa académico del curso de “Estequiometría”. Así mismo, se incluye una unidad adicional de “Tópicos Especiales” en los cuales el estudiante encontrará información de utilidad en su formación como Ingeniero Químico.

Se cuenta con variedad de material multimedia, que hace del MEC un instrumento útil en el estudio de la “Estequiometría” como material de consulta rápida, de amplia disponibilidad, fácil navegabilidad y de calidad en contenido, supliendo necesidades del estudiante y formando, en la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander, mejores futuros profesionales.

---

\* Proyecto de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Kevin Rosas B.

## ABSTRACT

**TITLE:** Design and Implementation of a Computerized Educational Material (C.E.M.) for Stoichiometry Learning.\*

**AUTHOR:** Juan Andres Arteaga Rosero.\*\*

**KEY WORDS:** Stoichiometry, Computerized Educational Material (C.E.M.), Pedagogical tools, multimedia material.

### **DESCRIPTION:**

Given the importance of Stoichiometry in the formation of a Chemical Engineer, an educational tool has been developed to allow students to properly acquire this subject's theories.

Taking into account the complications that students have experienced, a simple, attractive and didactic software was designed looking to minimize the academic difficulties. At the same time, this is high quality software that was created, not just as a learning method, but also as a guide for professors and others involved in the teaching of this subject.

This Computerized Educational Material (C.E.M.) is divided in several sections: Basic Concepts, Gas, Vapors, Liquid and Solids, Mass Conservation Principles, Component Balances without Chemical Reaction, Stoichiometry of Systems with Chemical Reaction, Component Balances with Chemical Reaction, Thermochemistry and Energy Balance. Thus, this software covers all of the proposed areas in the academic program related to the Stoichiometry course. Also, an additional unit for "Special Topics" was included, in which the student will find useful information for his or her development as a Chemical Engineer.

A large variety of multimedia material makes the C.E.M a resourceful instrument in the study of Stoichiometry. Such material is; fast, with ample availability, easy access, high quality and it can be explore rapidly, effectively fulfilling the needs of students and contributing, at UIS' Chemical Engineering Department, to better our future Chemical Engineer professionals.

---

\* Graduation Proyect

\*\* Faculty of Physical Chemical Engineering. Chemical Engineering Department. Director: Kevin Rosas B.

## INTRODUCCIÓN

El curso de “Introducción a la Ingeniería Química” busca darle al estudiante los marcos generales para entender el rol que desempeña un Ingeniero Químico en el diseño, control y operación de los procesos químicos.

Sin embargo, la base para la solución de problemas en Ingeniería Química es tomada a fondo en el curso de “Estequiometría”. Los balances de masa y energía son el medio fundamental para establecer las relaciones que el Ingeniero Químico debe desarrollar a lo largo de su formación y de su desempeño profesional. Por lo tanto, la Estequiometría se convierte en la piedra angular de la Ingeniería Química.

Con el avance tecnológico y la facilidad en el acceso a información, la Escuela de Ingeniería Química debe preocuparse por entregar a sus estudiantes información clara y concisa que permitan consolidar la formación del excelente profesional, lo cual es el propósito de la educación superior.

Con este tipo de material educativo computarizado, no sólo el propuesto en el presente trabajo sino también los desarrollados anteriormente y materiales por desarrollar, la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander da un paso más en la calidad de profesionales formados, interesándose por buscar el “aprendizaje significativo<sup>1</sup>” que potencializa las habilidades del profesional.

El presente trabajo, muestra la forma de creación e implementación de un Material Educativo Computarizado (MEC) para el curso de “Estequiometria” que busca ser usada, no sólo durante el periodo de estudio del curso, sino durante toda la formación del futuro Ingeniero, convirtiéndose en una herramienta de consulta rápida.

---

<sup>1</sup> AUSUBLE, D, SULLIVAN, E. Psicología Educativa: Un Punto de Vista Cognoscitivo. 2ª Edición. México: Trillas, 2000.

Se cuenta con la calidad en la educación de la Universidad Industrial de Santander en el aprendizaje previo de conceptos de química básica que permiten el uso y entendimiento óptimo de este material, sin embargo, este MEC se crea con un lenguaje sencillo que permite que cualquier persona, asimile los conceptos básicos de la Estequiometría.

Con el fin de facilitar el entendimiento de los conceptos, se debe recurrir a técnicas de pedagogía, técnicas de programación neurolingüística y técnicas de programación informática que enfoquen al usuario de este MEC hacia los conceptos de mayor importancia en la ingeniería.

El éxito o fracaso de las herramientas computacionales pedagógicas no sólo se basa en la claridad con el que sea desarrollado, sino también en el interés del estudiante por buscar todos los medios disponibles para la solución de sus inquietudes. Del mismo modo, se requiere que el personal docente cree en el estudiante una necesidad de recurrir a estos materiales de información y aprendizaje como medios de fácil transmisión de conceptos y disponibilidad horaria con la que, muchas veces, no cuenta el docente.

Para incrementar la accesibilidad a este material y pensando en las necesidades del estudiantado en general, se ha desarrollado este MEC tratando de disminuir en lo posible, el tamaño informático total sin que implique truncar o minimizar la calidad de la información.

## **1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO**

### **1.1. OBJETIVOS**

#### **1.1.1. Objetivo General**

Diseñar e implementar en la escuela de Ingeniería Química una herramienta computacional que ayude tanto a docentes como a estudiantes en la enseñanza y el aprendizaje del curso de la Estequiometría.

#### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Encaminar al estudiante en el desarrollo de un pensamiento ingenieril mediante el aprendizaje de los conceptos fundamentales que rigen los balances de materia y energía como base primordial de la Ingeniería Química.
- Brindar al docente una herramienta confiable que sirva como soporte para la solución de problemas que conciernen la asimilación de las nociones básicas del curso.
- Proporcionar a los estudiantes de Estequiometría una herramienta de fácil acceso donde se pueda encontrar de forma clara los conceptos estudiados y reforzar el entendimiento de los mismos.

### **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En los periodos anteriores a la reforma académica de 2006 de la carrera de Ingeniería Química, Estequiometría había sido la primera asignatura cursada por los estudiantes fuera del ciclo de ciencias básicas.

El mundo actual está en constante cambio y no es posible seguir planteando las mismas metodologías de enseñanza y aprendizaje. Por este motivo, se realizó en la Escuela de Ingeniería Química una modificación al programa curricular con el fin hacer frente a los cambios socioculturales y económicos del país y del mundo.

Con esta reforma, el alumno al iniciar su estudio de la Estequiometría, por fuera del ciclo básico al que está acostumbrado, sufre un fuerte impacto, algunas veces con consecuencias poco deseables, pues debe reestructurar sus conocimientos previos y encaminarlos hacia un pensamiento de tipo ingenieril por lo cual se puede dificultar el entendimiento de la Estequiometría como fundamento de la Ingeniería Química como tal.

El docente debe entonces, enfrentar la labor de guiar a sus estudiantes hacia lo que en realidad es la ingeniería, abarcando conceptos como balances generales, específicos, uso de grados de libertad y demás nociones que serán significativas en las asignaturas siguientes. A pesar de lo arduo de la tarea, ello se realiza a cabalidad.

No obstante, muchas fallas de aprendizaje de conceptos básicos se han evidenciado a lo largo del estudio de las asignaturas posteriores. Este tipo de fallas no son ocasionadas por la omisión de su estudio, sino más bien por la falta claridad en el empleo de dichos conceptos en situaciones futuras.

Estas situaciones evidencian dos problemas graves que busca resolver este Material Educativo:

- 1.2.1.** La falta de una estructura de pensamiento orientada hacia la solución de problemas de tipo ingenieril.
- 1.2.2.** La escasa visión que se tiene de la importancia real de cada concepto de la Estequiometría como asignatura fundamental en la carrera.

La asignatura de Estequiometría debe considerarse como una de las asignaturas más importantes ya que es la base teórica del Ingeniero Químico. Los conceptos de la Estequiometría son los fundamentos que rigen la Termodinámica, la Mecánica de Fluidos, Control Automático de procesos Químicos, Operaciones Unitarias, entre otros, por lo cual el estudiante debe preocuparse por conocer y manejar perfectamente la teoría estequiométrica.

El Material Educativo Computarizado busca llegar de forma fácil y clara al estudiante, en lenguaje sencillo, sin dejar de lado la seriedad de la asignatura, en él encontrará, además de la teoría necesaria para el entendimiento del tema, ejemplos que conduzcan a la solución de problemas de ingeniería. El estudiante podrá realizar de esa manera, pruebas a lo largo de los diferentes módulos los cuales le indiquen el nivel de asimilación de los temas estudiados.

Por su diseño dinámico, será una herramienta motivadora que invite al futuro ingeniero a conocer y acercarse más a la carrera que está cursando.

### **1.3. MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO (MEC)**

Un Material Educativo Computarizado MEC, es una herramienta pedagógica de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje que experimenta cualquier individuo durante la educación formal de un curso dado. Este tipo de material, debe ser creado con el fin de convertirse en una herramienta de consulta rápida que permita al estudiante acercarse y asimilar conceptos de forma clara y directa sin la necesidad inmediata de recurrir al docente.

Para conseguir su finalidad, el MEC debe ser desarrollado con un lenguaje entendible por el usuario final. Por lo tanto, se debe evaluar el nivel académico de quien se espera, sea en su mayoría el tipo de usuario de dicho material.

El entorno del MEC debe asegurar que el usuario se sienta invitado a usarlo de forma frecuente, encontrando información veraz que le dé la confianza suficiente al contenido del mismo. Igualmente, debe tener un diseño el cual sea amigable en su uso.

Para la creación de cualquier material pedagógico, se debe partir de una revisión bibliográfica extensa con la cual se garantice la calidad del contenido, la cantidad del mismo y la mejor forma de presentarlo teniendo en cuenta las habilidades desarrolladas previamente por el usuario.

#### **1.4. IMPACTO ESPERADO**

Al implementar una herramienta computacional que ayude y estimule al estudio de la Estequiometría, se espera aportar de forma sustancial en el aprendizaje global de la asignatura y por lo tanto facilitar el entendimiento de la Ingeniería Química.

Se espera que a lo largo del estudio de la materia, el estudiante encuentre en este Material Educativo una forma fácil y ágil de obtención del conocimiento y pueda evaluar de forma continua su nivel de aprendizaje, convirtiendo este material en una nueva y dinámica forma de estudiar la materia. Esta herramienta computacional servirá como método para la solución de inquietudes que susciten durante el estudio general de la materia.

Dado que las asignaturas de posterior estudio tienen muchos conceptos de Estequiometría, se espera que el estudiante pueda usar este material en cualquier momento durante la carrera con el fin de recordar o afianzar temas estudiados anteriormente.

Se espera también que el personal docente use este material como guía en la enseñanza de la materia y permita, al mismo tiempo facilitar y profundizar el análisis de los temas que presenten mayor problema entre el estudiantado.

## 2. METODOLOGÍA

La metodología presentada para este módulo educativo, sigue algunos pasos ya establecidos por otros autores para el desarrollo de sistemas computarizados de aprendizaje<sup>2</sup>. Dado que estos esquemas no son metodologías estrictas, se permite realizar cambios a dicha estructura de tal modo que se pueda solucionar de forma eficiente la problemática del caso.

### 2.1. DISEÑO DEL MEC

El diseño del MEC es la primera etapa que se debe cumplir pues ésta es la que define las variables y planteamientos más importantes en el posterior desarrollo del material. En esta etapa se determina como estará estructurado el MEC. Esencialmente se siguen los siguientes pasos para el diseño del MEC:

**2.1.1. Planteamiento del Problema:** se Identifican las principales fallas que tiene el proceso de aprendizaje tradicional de la materia. Del mismo modo, se cuestiona de la necesidad de crear una herramienta que solucione las consultas del estudiantado y guíe al docente en su cátedra.

**2.1.2. Perfil del Usuario:** se determinan las características de los usuarios finales del MEC. Dado que el estudiantado será el principal beneficiario de este material, es imprescindible conocer qué problemas se afrontan durante el estudio del curso de Estequiometría y buscar el qué quieren que contenga una herramienta educativa.

**2.1.3. Contenidos:** se busca cubrir todos los temas del Programa Académico de Estequiometría, sin embargo se realizarán ajustes con el fin de homogenizar las unidades de aprendizaje. Los temas generales que abarca el MEC de Estequiometría son:

---

<sup>2</sup> GALVIS PANQUEVA, Álvaro. Ingeniería del Software Educativo, Bogotá, Uniandes, 1992.

**2.1.3.1** Conceptos Básicos.

**2.1.3.2** Gases, Vapores, Líquidos y Sólidos.

**2.1.3.3** Principios de Conservación de Masa.

**2.1.3.4** Balance por Componentes sin Reacción Química.

**2.1.3.5** Estequiometría en Sistemas con Reacción.

**2.1.3.6** Balance por Componentes con Reacción Química.

**2.1.3.7** Termoquímica.

**2.1.3.8** Balance de Energía.

**2.1.3.9** Tópicos Especiales.

**2.1.4. Revisión Bibliográfica:** una vez determinado el contenido, se realiza la revisión bibliográfica especializada con el fin de extraer las bases teóricas del MEC. La minuciosidad de la revisión bibliográfica garantiza la calidad del material educativo abarcando de forma total los contenidos definidos.

**2.1.5. Diseño de la Interfaz:** para diseñar la interfaz se continúa la línea de diseño propuesta en “PLANEACIÓN Y MONTAJE DE UNA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL DESTINADA AL APRENDIZAJE DEL DISEÑO DE REACTORES”<sup>3</sup>.

Se realiza en formato HTML por sus características de accesibilidad y sencillez en el manejo por el usuario final. Así mismo, permite su acceso desde cualquier explorador de internet y disminuye el tamaño informático sin reducir la calidad de la información contenida, lo que garantiza la propagación del MEC.

**2.1. 6. Especificación de Recursos Técnicos:** Se da prioridad al software que permita el fácil acceso y manejo del MEC. Dado que es una herramienta educativa se debe tener en cuenta las necesidades de obtención de información de manera eficiente y clara.

---

<sup>3</sup> MANTILLA RIBERO, Cesar Andrés. Planeación y Montaje de una Herramienta Computacional Destinada al Aprendizaje del Diseño de Reactores, UIS, Bucaramanga, 2009.

Para el desarrollo del MEC se usarán los siguientes programas:

- *Adobe Dreamweaver CS3*: editor profesional para formato HTML el cual permite diseñar una herramienta con gran cantidad de funciones que proporcionan un fácil acceso a la información y permite el diseño interactivo llamativo para el usuario.
- *Adobe Flash CS3 Professional*: permite el diseño de animaciones que mejoran el entendimiento de conceptos del MEC, agregando efectos de animación que aclaran el material teórico. Dichas animaciones creadas por este medio tienen un tamaño reducido con una calidad óptima.
- *Wondershare Quizcreator*: facilita la creación de pruebas teóricas y es de fácil acceso y montaje en la demás herramientas usadas.
- *Microsoft Office*: la edición de texto se desarrollará mediante Microsoft Office Word 2007.
- *Adobe Photoshop CS3*: herramienta que facilita la edición de imágenes optimizando la calidad de las mismas.

**2.1.7. Desarrollo de la Interfaz:** Con la revisión bibliográfica correcta y con el claro diseño de la interfaz se emprende el montaje del MEC. Para ello se realizarán los siguientes pasos:

**2.1.7.1. Digitalización del Material Teórico:** se requiere sintetizar toda la información bibliográfica útil que se utilizará en el MEC. Se extrae y se redacta de forma clara la teoría respetando los parámetros educativos.

**2.1.7.2. Digitalización de Imágenes:** se requiere crear las imágenes y animaciones que sustenten al material teórico y aclaren los conceptos de la etapa de digitalización del material teórico.

**2.1.7.3. Creación de Pruebas:** con el material teórico y gráfico claro, se procede a crear las pruebas de cada módulo y la prueba final. Además se deben redactar las correcciones a las respuestas erróneas, teniendo en cuenta explicar el por qué del error y el camino correcto de solución.

**2.1.7.4. Montaje del Módulo:** comprende la organización, ensamble y acoplamiento del material digital en formato HTML.

**2.1. 8. Prueba y Ajuste:** el proceso del desarrollo del MEC se evalúa paso a paso con el fin de garantizar calidad; sin embargo, es necesario realizar una prueba final en la cual se encuentren posibles errores de enlace o de programación del MEC.

**2.1. 9. Implementación:** ya evaluado y realizadas las respectivas correcciones, se implementa esta herramienta dándole acceso a todo el estudiantado.

## **2.2. CONTENIDOS DEL PROYECTO**

Los contenidos propuestos en esta herramienta computacional están pensados en cubrir con todos los temas del programa de la asignatura de Estequiometría. Para ello se planean 8 unidades las cuales siguen un marco de Método Cartesiano, donde se organizan los conocimientos empezando por los más sencillos, elevándose con cada unidad por grados de dificultad hasta conceptos de mayor complejidad<sup>4</sup>. A continuación se describen brevemente los temas tratados y los objetivos buscados en cada unidad.

**2.2. 1. Conceptos Básicos:** se exponen las bases para el entendimiento del material posterior. Así mismo, se busca introducir en la Estequiometría conceptos de Química Básica estudiada anteriormente. Con esta unidad se busca que el usuario logre:

---

<sup>4</sup> **DESCARTES.** Discurso Sobre el Método. Traducción de ARNAU GRAS, H.; ed, Alambra, Madrid, 1987.

- Determinar la importancia de las variables específicas en la caracterización de sustancias y flujos.
- Establecer la Consistencia Dimensional como base para la solución de problemas de balance.
- Introducir el concepto de “Proceso”, los tipos de proceso y las variables de mayor uso en la caracterización de un proceso químico.

**2.2. 2. Gases, Vapores, Líquidos y Sólidos:** el estado de agregación de las sustancias se analiza como una forma óptima para determinar las características, propiedades y posible comportamiento de operación en un proceso químico. Con esta unidad se busca que el usuario:

- Comprenda las situaciones en las cuales se puede trabajar un gas como gas ideal y las que se debe trabajar como gas real.
- Conocer algunas de las diferentes relaciones que existen para determinar el comportamiento de las sustancias.
- Aprender a diferenciar y usar un Diagrama de Fases y una Carta Psicrométrica.
- Determinar la importancia de la presión de vapor en el diseño de procesos químicos.

**2.2. 3. Principios de Conservación de Masa:** se introduce el concepto de “Balance” como parte central de la “Estequiometría”. Se parte de las Leyes más sencillas que establecen los primeros parámetros de conservación de la masa. En esta unidad se espera que el usuario:

- Conozca los conceptos de conservación de masa y energía y las relaciones de agregación de los elementos en la formación e identificación de compuestos.
- Sea capaz de establecer las condiciones existentes en un problema de balance y pueda establecer correctamente un balance en cualquier sistema de proceso.

**2.2. 4. Balance por Componentes sin Reacción Química:** al conocer un balance general, se brindan los demás parámetros que permiten la solución matemática de un problema de balance. Así mismo, se presentan ejemplos comunes y sencillos que especifican un proceso determinado. Con esta unidad se espera que el usuario:

- Se familiarice con el proceso de análisis de grados de libertad de un proceso químico.
- Sea capaz de establecer sistemas de ecuaciones coherentes que permitan solucionar los balances generados en el proceso.
- Conozca diferentes sistemas de proceso simples y determine las condiciones fundamentales de su operación.

**2.2. 5. Estequiometría en Sistemas Con Reacción:** después de conocer los procesos sin reacción, se introducen los conceptos del proceso de reacción química, determinando su importancia en los mecanismos de transformación de la materia. Con esta unidad se busca que el usuario:

- Reconozca una reacción química dentro de un proceso químico como parte fundamental de industrias especializadas.
- Defina las características básicas de una reacción química y pueda establecer las relaciones de composición inicial y final.
- Entender el uso y reconocer el mecanismo adecuado en la aplicación de balances en presencia de una reacción química.

**2.2. 6. Balance por Componentes con Reacción Química:** una vez se presentaron los parámetros iniciales de caracterización de una reacción química, se integra este concepto a los conceptos de balance. Con esta unidad, el usuario podrá:

- Evaluar la diferencia en la determinación de grados de libertad en procesos donde interviene una reacción química.
- Realizar balances de componentes y elementos según las características del problema de balance al que se enfrente.

- Entender los conceptos para el análisis de una combustión, desde el combustible hasta los productos de combustión.
- Conocer la existencia de bioprocesos, su impacto ambiental e industrial.

**2.2. 7. Termoquímica:** para concluir el estudio de las reacciones químicas, se plantean los efectos calóricos que acarrearán las diferentes reacciones y su forma correcta de análisis. Finalmente, se presentan algunas aplicaciones en procesos reales (Operaciones Unitarias). Con esta unidad se espera que el usuario:

- Diferencie una función de estado y reconozca las diferencias básicas de los diferentes tipos de sistemas.
- Distinga los diferentes tipos de entalpía y determine los fenómenos calóricos que ocurren durante una reacción química.
- Sea capaz de diferenciar términos que refieren a transferencia de masa y energía.
- Reconozca la existencia de operaciones unitarias y pueda establecer balances sencillos en ellas.

**2.2. 8. Balance de Energía:** se introducen los balances de energía como parte fundamental en el correcto análisis de un proceso químico. En las unidades anteriores se introdujeron los términos de calor, trabajo y entalpía como variables determinadas por la masa. En esta unidad se usarán los mismos términos para definir las condiciones de estado y características de las sustancias, estableciendo la relación masa-energía. Con esta unidad se busca que el usuario logre:

- Identificar los tipos de energía de mayor importancia en la Ingeniería Química y en la evaluación de procesos químicos.
- Comprender los planteamientos en los que se basan la Primera y Segunda Ley de la Termodinámica.
- Manejar correctamente las Tablas y Diagramas Termodinámicos como herramienta esencial en los balances de energía.

- Entender una Máquina Térmica como un proceso cíclico.
- Asimilar y distinguir los términos de “Reversibilidad” e “Irreversibilidad”.

**2.2. 9. Tópicos Especiales:** como parte adicional al programa de “Estequiometría” se presenta esta unidad de tópicos especiales los cuales serán desarrollados en cursos superiores a “Estequiometría”. Con esta unidad se busca que el usuario logre:

- Manejar correctamente un Diagrama Triangular y sepa construir uno.
- Conocer la existencia de números adimensionales y su uso para caracterización de proceso y escalado de los mismos.

### **2.3. ESTRUCTURA DEL PROYECTO**

La etapa de diseño de la estructura del proyecto debe considerar las necesidades, habilidades y conocimientos previos del usuario final.

#### **2.3.1. Orientación al Usuario Final**

Principalmente se busca que este material sea usado por estudiantes de tercer semestre de Ingeniería Química, los cuales después de haber pasado por el curso de “Introducción a la Ingeniería Química” y parte del ciclo básico, deben tener habilidad en solución de problemas matemáticos sencillos, tener noción de física clásica y conocer terminología química básica.

El estudiante también está en desarrollo de su autonomía en el estudio extra clase, por lo cual se debe pensar en un herramienta animada que incite al estudiante a usar este material y muestre los conceptos con claridad pero a su vez motive a la profundización del tema en otros medios educativos.

Con este propósito se debe recurrir a técnicas de pedagogía que motiven el interés del usuario, así mismo, se puede usar técnicas de neurolingüística con el fin de cimentar de mejor forma los conceptos presentados, de este modo, se integran ciencias ajenas a la Ingeniería Química, creando un material más estructurado y funcional.

La intención de este material es que el estudiante interiorice la mayor cantidad de conceptos que usará a lo largo de toda su formación como Ingeniero Químico y que usará como profesional. Si bien, la relación memoria-aprendizaje se consigue con los fundamentos teóricos y con la práctica, este material debe ser una herramienta de referencia para cualquier situación<sup>5</sup>.

### **2.3.2. Teoría de la Unidad**

La teoría es el eje de cualquier material de apoyo docente. La forma de transmitir estos conceptos teóricos debe ser clara y directa de tal forma que el usuario los asimile de forma casi inmediata.

Para este propósito se debe apoyar en material multimedia, aprovechando al máximo posible las facilidades tecnológicas del mundo actual, pero no por ello, complicando la estructura conceptual que se intenta transmitir.

Así mismo, se busca romper con la formalidad de un libro de consulta tradicional y, desde el diseño de las letras y animaciones multimedia, darle un toque de informalidad con el cual el usuario se sienta más cómodo, pero con el que tenga la seguridad de encontrar información veraz.

---

<sup>5</sup> LLINÁS, Rodolfo. El Cerebro y el Mito del Yo. Traducción Eugenia Guzmán. Colombia: Grupo Norma S.A., 2003.

### **2.3.3. Ejercicios Resueltos**

Si bien no se busca reemplazar un libro de texto, o fomentar técnicas de estudio poco productivas, se debe mostrar la forma correcta para la resolución de problemas elementales a los que se enfrenta al estudiar la materia. Se seguirá una secuencia de solución lógica en varios ejercicios para lograr, mediante la repetición continua el arraigo de dicha secuencia, con el fin que el usuario, al enfrentarse a un problema de balance, lo desarrolle de manera rápida y correcta.

En esta sección se encontrará la bibliografía consultada y recomendada para el mayor entendimiento de los temas de cada unidad de estudio.

### **2.3.4. Prueba de la Unidad**

En cada unidad, se encontrará una prueba la cual dará una medida estimada del grado de comprensión de los temas presentados. El usuario podrá determinar fácilmente si es necesario reforzar los conceptos o si se siente en la capacidad de enfrentarse a una nueva unidad. La solución a dichos cuestionarios no es presentada con el fin que el usuario sienta la necesidad de repasar de nuevo todos los conceptos y se asegure de su correcta aplicación en las preguntas de la prueba.

Si bien, algunas preguntas requerirán de algunos cálculos sencillos, muchas preguntas se encaminan a la aplicación de los conceptos teóricos en casos reales o hipotéticos, dándole al estudiante un marco más enfocado en la aplicabilidad de la “Estequiometría”.

Se utilizarán preguntas de selección verdadero/falso, selección múltiple con única respuesta, selección múltiple con múltiple respuesta y asociación de términos.

### **2.3.5. Prueba Final**

Al final de todo el contenido, se encontrará una prueba final en la cual podrán valorarse los conceptos aprendidos a lo largo de las cinco unidades de estudio. Esta prueba tendrá más preguntas que las pruebas de cada unidad independiente pero con el mismo estilo de aplicabilidad de los conceptos ya estudiados.

En esta prueba se usarán preguntas de selección verdadero/falso, selección múltiple con única respuesta, selección múltiple con múltiple respuesta, ubicación de condiciones en diagramas (Diagrama de Fases, Carta Psicrométrica y Diagramas termodinámicos) y asociación y determinación de términos.

El usuario podrá tomar cuantas veces quiera esta prueba pero las preguntas podrán variar en cada ocasión que desee evaluarse, partiendo de una base de preguntas que el sistema escogerá aleatoriamente.

### **3. DESARROLLO DEL PROYECTO**

Para el correcto desarrollo del proyecto, se siguieron las siguientes etapas:

#### **3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Se identificaron varios problemas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia de “Estequiometría”. Se consultó al personal docente y estudiantil y, principalmente se encontró que:

- A pesar de la variedad, cantidad y calidad de libros de consulta, el estudiante todavía no ha desarrollado al máximo su capacidad de entendimiento del argot específico en la Ingeniería Química, y encuentra dificultad en la asociación de términos lo que impide que el estudiante asimile exitosamente dichos conceptos.
- A pesar de los horarios de consulta y talleres extra clase, los estudiantes muchas veces encuentran inconvenientes en los mismos puesto que se traspone con otras actividades académicas no menos importantes de su plan de estudios.
- Algunos estudiantes deben asumir responsabilidades laborales y no disponen de la cantidad y calidad de tiempo de estudio que otros compañeros de su mismo nivel académico.
- Para el estudio de la materia no hay mecanismos de autoevaluación y los estudiantes deben recurrir a comparar los resultados de sus estudios entre sí, sin percatarse de errores comunes.
- Existe un impacto económico y ecológico negativo en el gasto en copias de libros de texto que no son usadas más de una vez, y muchas veces, la baja calidad de dichas copias entorpece el proceso de aprendizaje.

Por las anteriores razones, se pensó en diseñar un material que no sólo esté cubriendo una necesidad pedagógica sino que por sus condiciones de diseño, soluciones problemas de tipo social, económico y ecológico.

### **3.2. DESCRIPCIÓN DEL USUARIO**

Se identificaron las características del usuario a partir de una encuesta (Ver Anexo A) aplicada a estudiantes del curso de “Termodinámica I”, los cuales acababan de aprobar el curso de “Estequiometría” y en la cual se buscaba identificar las necesidades reales del estudiante, las dificultades que encontró en el estudio de Estequiometría y determinar la importancia de la creación de una herramienta de estudio para la materia.

A raíz de esta encuesta se encontró que (Anexo A. Resultados):

- El alto porcentaje de estudiantes repitentes, especialmente estudiantes que vienen de otras sedes, es una alerta importante a tener en cuenta en la evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje que se está llevando a cabo.
- La dificultad en el estudio y comprensión de los temas tiene un comportamiento similar entre estudiantes repitentes como no repitentes del curso de “Estequiometría”. Este comportamiento indica que los problemas de aprendizaje no sólo son personales sino que tienen un factor colectivo a tener en cuenta.
- La creación de un adecuado material de consulta, donde los estudiantes puedan resolver dudas, tendría gran acogida, pues los estudiantes para quienes va dirigido el MEC, tienen una alta disposición de uso.
- El estudiante busca principalmente que el material de estudio del curso de “Estequiometría” tenga claridad en los conceptos teóricos, muestre el manejo adecuado de gráficas, contenga métodos de solución de problemas y complemente la teoría con material multimedia.
- La mayoría de estudiantes cuentan con fácil acceso a internet y por lo tanto a un medio en el cual utilizar un MEC.

### **3.3 CONTENIDOS**

El Material Educativo Computarizado para el estudio del curso de “Estequiometría”, está estructurado en 8 secciones generales organizadas en capítulos temáticos según lo muestra el Anexo B.

Para optimizar la presentación de los contenidos, se utilizaron animaciones e imágenes. Con este contenido multimedia se afianza la aprehensión del contenido del MEC.

### **3.4 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Con el fin de lograr un material de alta calidad y claridad, se revisó a fondo los contenidos de la bibliografía del presente trabajo. De esta bibliografía se extrajo la mayor cantidad de información, se organizó con respecto a los temas a tratar y se evaluó la mejor forma de transmitir esta información.

A partir de esta revisión bibliográfica, no sólo se obtuvo el material para el contenido teórico del MEC, sino también se extrajeron ejercicios, conceptos y ejemplos necesarios para las pruebas de cada unidad, la prueba final, y los ejercicios resueltos de cada unidad.

### **3.5 DISEÑO DE LA INTERFAZ**

Para el montaje de la interfaz, se creó un plantilla en *Adobe Dreamweaver CS3*, la cual fue la base para la posterior construcción de las unidades que componen el MEC de “Estequiometría”. El marco general se puede apreciar en el Anexo C.

Para la creación de la plantilla, se tuvo en cuenta crear un marco que sea agradable a la vista, no genere distracciones y sea cómodo para el usuario. Para este fin se dispuso de un marco superior en cual contiene un banner que muestra

a la izquierda, el escudo de la Universidad Industrial de Santander, a la derecha del banner, se tiene el título principal de “Estequiometría” y un subtítulo que varía respecto a la unidad que el usuario esté estudiando.

Abajo del escudo de la Universidad Industrial de Santander se encuentra el menú desplegable el cual permite y facilita la navegación entre los capítulos de cada unidad.

El marco inferior consta de una barra en la cual se tiene, en la parte izquierda el título “Universidad Industrial de Santander” y en su parte derecha el título de “Escuela de Ingeniería Química”.

Esta plantilla general fue creada con el fin de mejorar la navegabilidad dentro del Material y crear un ambiente de estudio agradable.

### **3.6 DESARROLLO DE LA INTERFAZ**

Para integrar correctamente los conceptos teóricos al MEC se debe digitalizar la información extraída de la revisión bibliográfica, con el cuidado de redactar lo más sencillamente dichos conceptos.

Principalmente este contenido se muestra a lo largo del MEC en formatos .swf creados en *Adobe Flash CS3 Professional* el cual permite integrar el material teórico a animaciones y gráficas que potencializan la entrega al usuario, de los conceptos teóricos.

Para el desarrollo de las animaciones en *Adobe Flash CS3 Professional*, se transformaron todas las gráficas a formato .PNG las cuales permiten conservar la calidad de la imagen, pero carecen de un fondo establecido, integrando de este modo, la imagen a la presentación de forma más limpia y ordenada.

Para el desarrollo de la presentación de los ejercicios se usa una operación igual a la descrita para la presentación del material teórico.

La creación de las pruebas de cada unidad y prueba final, se recurre al uso de *Wondershare Quizcreator*, el cual permite la creación de diferentes formatos de preguntas y contiene las herramientas necesarias para la presentación y evaluación de estas preguntas. Este programa permite publicar las pruebas en formato .SWF lo que mejora la integración de dichas pruebas a la plantilla base para el MEC.

Una vez el material se ha digitalizado, se integra a la plantilla creada en *Adobe Dreamweaver CS3* para el desarrollo del MEC. Los formatos .SWF son integrados directamente, lo que facilita la posterior corrección de errores gramaticales u ortográficos.

Cada capítulo del MEC fue creado como un archivo .HTML diferente elaborado a partir de la misma plantilla base. Una vez se tienen todas las plantillas terminadas, se crean los vínculos entre plantillas y vínculos con el menú lateral.

Finalmente se crea una plantilla de Inicio la cual será la portada del MEC cuando el usuario abra el material. Esta plantilla de Inicio irá enlazada con una subplantilla de Inicio la cual tendrá la información básica para el correcto manejo del MEC.

### **3.7 PRUEBA Y AJUSTE**

Se realizaron pruebas del MEC con 15 estudiantes de últimos niveles de la carrera de Ingeniería Química, 5 Ingenieros Químicos y 3 estudiantes de último semestre de Química. Estas pruebas se realizaron con el fin de detectar errores conceptuales, gramaticales o de programación.

Con estas pruebas se buscó testear la navegabilidad dentro del material, la claridad de los conceptos presentados y la calidad en las imágenes, animaciones y entorno gráfico.

La prueba se hizo con un total de 23 personas con el fin de encontrar todos los errores que se generaron durante el proceso de montaje del MEC. Así mismo, se contó con la ayuda de un diseñador gráfico para mejorar algunos aspectos de presentación y entorno gráfico, y la opinión de una especialista en neurolingüística para tener un concepto general en uso de colores, animaciones y otros aspectos pedagógicos.

### **3.8. MANUAL DE USUARIO**

Adjunto a la herramienta educativa, se creó un archivo en formato PDF con las especificaciones de instalación y uso del MEC de “Estequiometría”. En este manual, se explica en detalle el modo de ingreso correcto al material, el uso del menú desplegable, el acceso a las pruebas de cada unidad y a la sección de Tópicos Especiales, el acceso a ejercicios resueltos y Prueba Final.

### **3.9 IMPLEMENTACIÓN**

Se presentó el material de estudio a estudiantes del curso de “Estequiometría” quienes mostraron un interés en usar este material a lo largo de su estudio de la materia. Dado el tamaño y facilidad de distribución electrónica de este MEC fue posible repartirlo entre los estudiantes de la materia.

Este material está disponible también en un CD en el Centro de Estudios de Ingeniería Química, CEIQ, para que todos los estudiantes, independiente de su nivel académico tengan acceso a este material.

Este MEC cuenta con un manual de usuario el cual especifica el proceso adecuado para la instalación del mismo. En este manual se encuentra una dirección de correo electrónico de Atención al Usuario, donde se pueden enviar comentarios, sugerencias o aviso de posibles errores pasados por alto.

#### 4. CONCLUSIONES

- Se diseñó una herramienta educativa didáctica, en la cual el estudiante del curso de “Estequiometría” puede encontrar los conceptos teóricos, ejercicios de balance y pruebas necesarias para complementar su proceso de aprendizaje de la asignatura.
- El proceso de prueba y ajuste, llevado a cabo por etapas, mejora la calidad en el contenido y presentación del Material Educativo Computarizado para el estudio del curso de “Estequiometría”; haciéndolo más amigable y efectivo en el proceso de educación.
- Usando técnicas de “aprendizaje significativo”, se mejora el aprendizaje del estudiante, ya que de esta manera se logra brindar un mayor acercamiento a los conceptos, que, acompañados de ejemplos sencillos, se arraigan en el estudiante promedio. Así mismo, al seguir métodos de jerarquización no usados en materiales similares anteriores, se innova en la forma de estructuración mental de los contenidos.
- Al presentar el Material a los estudiantes del curso de “Estequiometría”, se evaluó el interés en el uso del material, encontraron en el MEC una herramienta útil y de fácil manejo. De este modo, se convierte en una opción práctica en el apoyo y mejoramiento de la educación ofrecida por la Escuela de Ingeniería Química.

## **RECOMENDACIONES**

Para la correcta implementación del MEC, se recomienda lo siguiente:

- El personal docente debe conocer de la existencia de este Material, debe saber sus contenidos y presentarlo entre los estudiantes como material de apoyo a las clases, fomentando el uso y manejo del mismo como primera instancia para resolver dudas o estudiar y evaluar nuevos conceptos.
- El Centro de Estudios de Ingeniería Química debe preocuparse por comunicar a los estudiantes de la llegada de actualizaciones de corrección o inclusión de conceptos al MEC de “Estequiometría”.
- Al transcurrir el primer semestre académico después de la entrega del Material descrito en el presente trabajo, el personal docente debe evaluar el impacto pedagógico que se obtuvo implementando el correcto uso del MEC de “Estequiometría”.

Para el uso del MEC se recomienda:

- Usar el navegador de elección del usuario, sugiriéndose usar Internet Explorer. Para la correcta visualización del contenido, se debe contar con un visor de Flash igual o superior a *Flash Player 8*. Esta actualización puede hacerse gratuitamente en el vínculo <http://www.adobe.com/es/products/flashplayer/>.
- Antes de usar por primera vez el MEC de “Estequiometría”, se debe leer el Manual de Usuario, adjunto a la herramienta educativa.
- Esta herramienta pedagógica, a pesar de tener los conceptos de forma clara, de diseñarse con una interfaz amigable al usuario y disponer de métodos de evaluación de los conceptos contenidos, no debe considerarse como única fuente o medio de estudio y debe complementarse con los libros de texto recomendados por el docente, y recomendados en el MEC.

## **BIBLIOGRAFÍA**

ALVARADO, Armando. Congreso Colombiano de Informática Educativa. Ambientes Educativos computarizados. Bogotá, 1992.

AUSUBLE, D, SULLIVAN, E. Psicología Educativa: Un Punto de Vista Cognoscitivo. 2ª Edición. México: Trillas, 2000.

BARAJAS, Crisóstomo. Documento\_43\_1.pdf, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. 2008.

BIRD, Robert, STEWART, Warren y LIGHTFOOT, Edwin. Fenómenos de Transporte. Segunda Edición, México: Limusa Willey, 2006.

CHANG, Raymond. Química. Séptima Edición, Colombia: McGraw - Hill, 2002.

CONTRERAS NARANJO, José Clemente y SÁNCHEZ TORRES, Viviana. Diseño y Desarrollo de un Material Educativo Computarizado para la Introducción a la Ingeniería Química. Trabajo de Grado. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. 2005.

DESCARTES. Discurso Sobre el Método. Traducción de ARNAU GRAS, H.; ed, Alambra, Madrid, 1987.

FELDER, Richard; ROUSSEAU, Ronald. Principios Elementales de los Procesos Químicos. Tercera Edición, México: Limusa Willey, 2006.

GALVIS PANQUEVA, Álvaro. Ingeniería del Software Educativo, Bogotá, Uniandes, 1992.

GONZÁLEZ, Cesar; ÁLVAREZ, Mario. Estequiometría. Ediciones UIS. 1985.

HIMMELBLAU, David. Principios Básicos y Cálculos en Ingeniería Química. Sexta Edición. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1997.

LLINÁS, Rodolfo. El Cerebro y el Mito del Yo. Traducción Eugenia Guzmán. Colombia: Grupo Norma S.A., 2003.

MANTILLA RIBERO, Cesar Andrés. Planeación y Montaje de una Herramienta Computacional Destinada al Aprendizaje del Diseño de Reactores. Trabajo de Grado. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. 2009.

NAJAFPOUR, Ghasem. Biochemical Engineering and Biotechnology. First Edition. UK: Elsevier, 2007.

REKLAITIS, G.V. Balances de Materia y Energía. Primera Edición, México: McGraw - Hill, 1989.

SMITH, H.C.; VAN NESS. Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química. Quinta Edición, México: McGraw - Hill, 1996.

TREYBAL, Robert E. Operaciones de Transferencia de Masa. Segunda Edición, México: McGraw – Hill, 1990.

VAN WYLEN, Gordon. Fundamentos de Termodinámica. Segunda Edición, México: Limusa Willey, 2001.

## ANEXO A

### DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO (MEC) PARA EL APRENDIZAJE DEL CURSO DE ESTEQUIOMETRÍA

#### Encuesta

#### DESCRIPCIÓN DEL USUARIO

Edad: \_\_\_\_

Sexo: M\_\_ F\_\_

Repitente: Si\_\_ No\_\_

Estudiante de Ing. Química: Si\_\_ No\_\_

**Lea toda la pregunta y marque con una X la respuesta más acorde a su situación.**

1. Para el estudio de la asignatura:

Toma como base sólo las clases del profesor \_\_\_\_\_  
Complementa las clases con los libros \_\_\_\_\_  
Busca información adicional en otros medios (internet) \_\_\_\_\_

2. A lo largo del semestre, usted asistió:

A todas las clases \_\_\_\_\_  
Una clase a la semana \_\_\_\_\_  
Dos clases al mes \_\_\_\_\_  
2 o 3 clases al semestre \_\_\_\_\_  
Sólo se presentó a los previos \_\_\_\_\_

3. Tiene fácil acceso a internet:

Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_

#### CONTENIDOS

Indique el grado de dificultad que generó en usted, el estudio de los siguientes temas: (Marque del 1 al 3, siendo el 3 el máximo grado de dificultad. 2 moderado grado de dificultad y 1 sin dificultad; si considera que **NO** se explicó el tema marque con un 0)

4. **Principios de Conservación de Masa y Energía.**

Leyes de las proporciones definidas y múltiples \_\_\_\_\_  
Relaciones ponderales \_\_\_\_\_  
Conceptos Básicos (unidades específicas, fracción molar y másica,...) \_\_\_\_\_  
Estequiometría en sistemas con reacción \_\_\_\_\_  
Variables de Proceso (Temperatura, Presión, Volumen) \_\_\_\_\_  
Termoquímica (Funciones de estado, Entalpía, Ley de Hess,...) \_\_\_\_\_

5. **Gases, Vapores, Líquidos y Sólidos**

- Gases Ideales, mezcla de gases, Presión parcial, Ley de Dalton. \_\_\_\_\_
- Gases Reales (Ecuaciones de estado, estado crítico,...) \_\_\_\_\_
- Presión de Vapor (Punto de rocío y burbuja, Ecuación de Antoine) \_\_\_\_\_
- Saturación y humedad (Saturación relativa, molar, absoluta,...) \_\_\_\_\_

6. **Análisis de Procesos**

- Análisis de grados de libertad \_\_\_\_\_
- Análisis de enlaces entre elementos tecnológicos (reciclo, purga) \_\_\_\_\_
- Análisis de operaciones (mezcla, separación, expansión) \_\_\_\_\_
- Análisis de procesos químicos (combustión, bioproceso,...) \_\_\_\_\_

7. **Balance de Energía**

- Formas de Energía (E interna, cinética y potencial, calor y trabajo) \_\_\_\_\_
- Primera ley de la Termodinámica \_\_\_\_\_
- Tablas Termodinámicas \_\_\_\_\_
- Segunda Ley de la Termodinámica \_\_\_\_\_

**FORMA DEL MEC**

8. Cuanto tiempo de estudio dedicó a la materia de Estequiometria:

- Más de 3 horas semanales \_\_\_\_\_
- De 2 a 3 horas semanales \_\_\_\_\_
- De 1 a 2 horas semanales \_\_\_\_\_
- Menos de 1 hora semanal \_\_\_\_\_
- Sólo lo justo antes del previo \_\_\_\_\_

9. Considera que el uso de herramientas computacionales para el aprendizaje (MEC's), refuerza los conceptos teóricos estudiados en la materia:

- Si \_\_\_\_\_
- No \_\_\_\_\_
- No ha usado ningún MEC de la carrera \_\_\_\_\_

10. Estaría dispuesto a utilizar un MEC para afianzar su estudio de la materia:

- Si \_\_\_\_\_
- No \_\_\_\_\_
- No sabe qué es un MEC \_\_\_\_\_

11. De su tiempo de estudio, cuánto estaría dispuesto a emplear utilizando el MEC:

- Todo el tiempo de estudio \_\_\_\_\_
- La mitad del tiempo de estudio \_\_\_\_\_
- Lo necesario para aclarar dudas \_\_\_\_\_
- No lo usaría \_\_\_\_\_

12. Si se considerara el MEC como herramienta obligatoria para el estudio y desarrollo de la materia, pensaría que esta decisión es:

- Benéfica \_\_\_\_\_
- Contraproducente \_\_\_\_\_
- Necesaria \_\_\_\_\_
- Otra: \_\_\_\_\_

13. Que parámetros considera relevantes al tener una herramienta de estudio computarizada: (Enumere de 1 a 5 siendo 1 el parámetro más importante)

- Material teórico \_\_\_\_\_
- Manejo y descripción de gráficas \_\_\_\_\_
- Material multimedia (animaciones) \_\_\_\_\_
- Metodología de solución de problemas \_\_\_\_\_
- Ejercicios propuestos \_\_\_\_\_
- Otra: \_\_\_\_\_

14. Esta asignatura, ¿le sirvió para tener una visión de la Ingeniería Química y confirmar su decisión de estudiar la carrera?

- Si \_\_\_\_\_
- No \_\_\_\_\_
- Está matriculado en otro programa \_\_\_\_\_

**COMENTARIOS**

---

---

---

---

---

---

## RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Las preguntas planteadas en la encuesta anterior buscan conocer la realidad del estudiante en el curso de Estequiometría. Para determinar las dificultades en la temática del curso, se tomó como base el Programa de Estequiometría propuesto para el primer periodo académico de 2009.

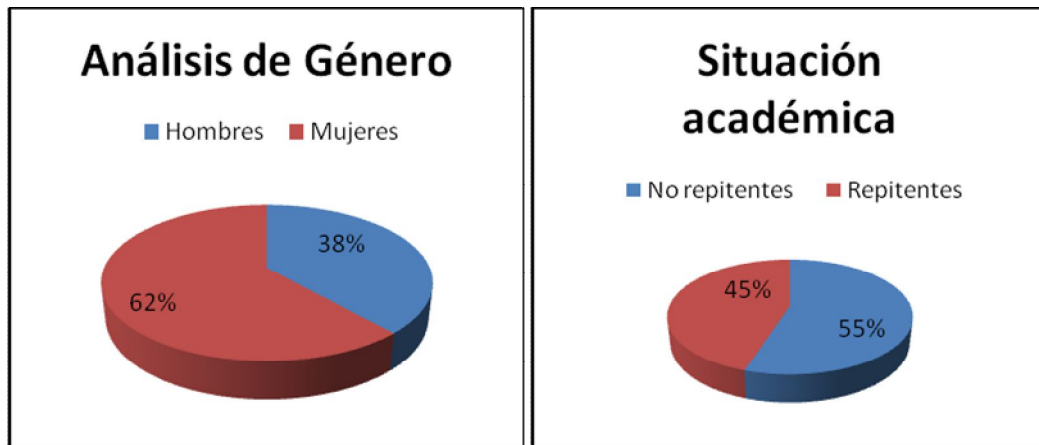


Ilustración A.1. Análisis de Género

Ilustración A.2. Situación Académica

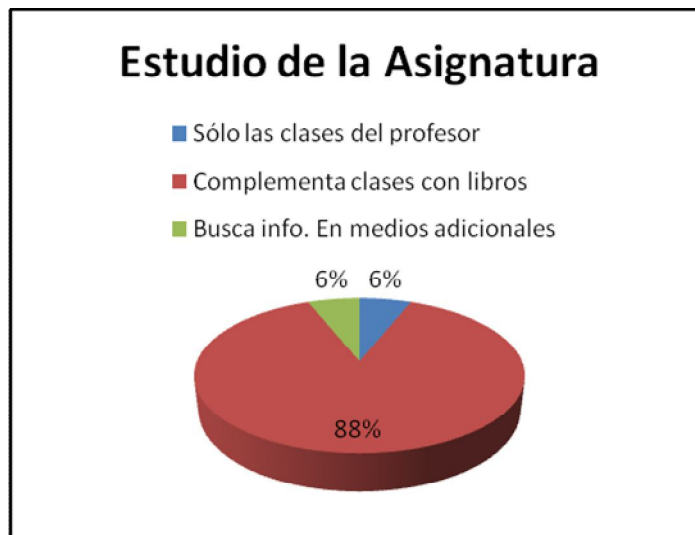


Ilustración A.3. Técnicas de Estudio

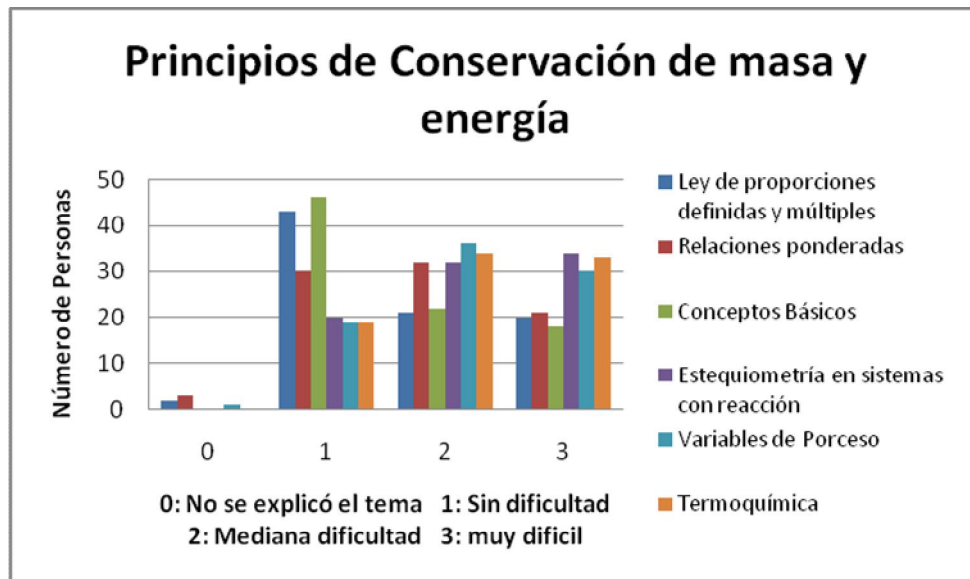


Ilustración A.4. Dificultades en la primera unidad del programa de "Estequiometría"

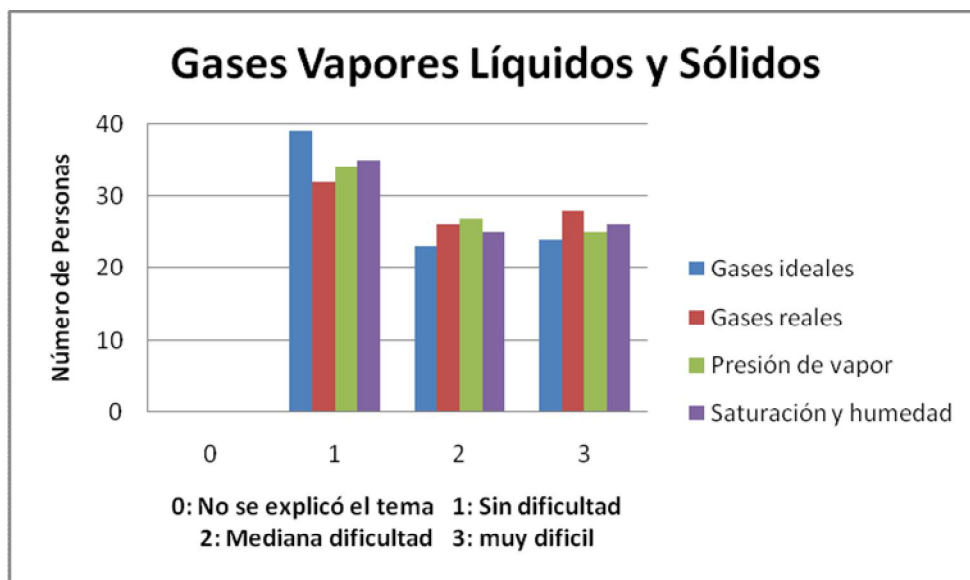


Ilustración A.5. Dificultades en la segunda unidad del programa de "Estequiometría"

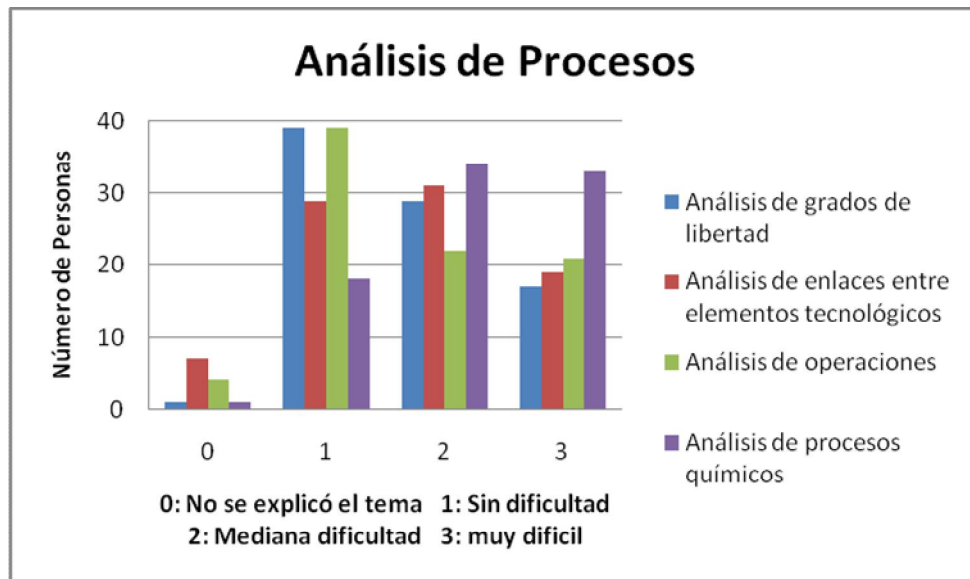


Ilustración A.6. Dificultades en la tercera unidad del programa de "Estequiometría"

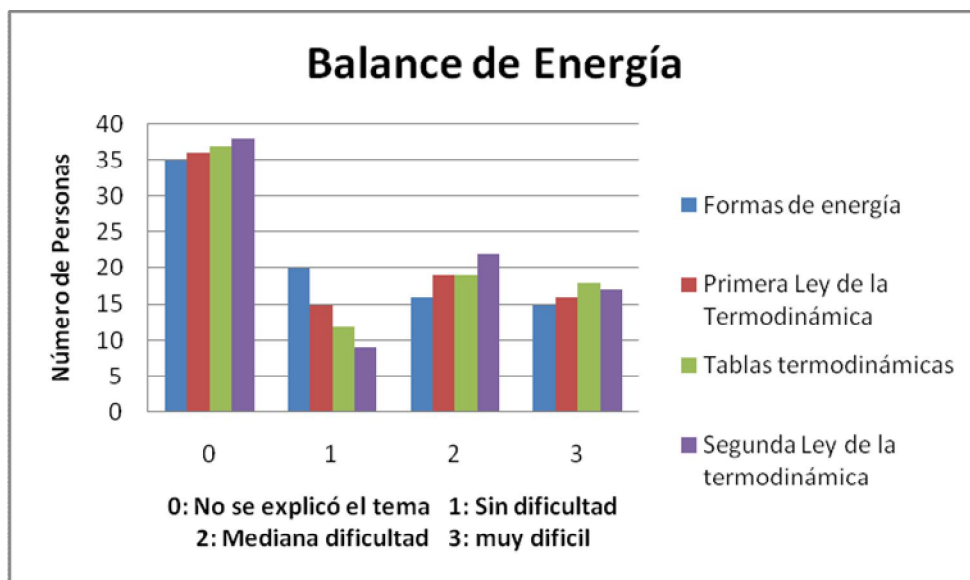


Ilustración A.7. Dificultades en la cuarta unidad del programa de "Estequiometría"

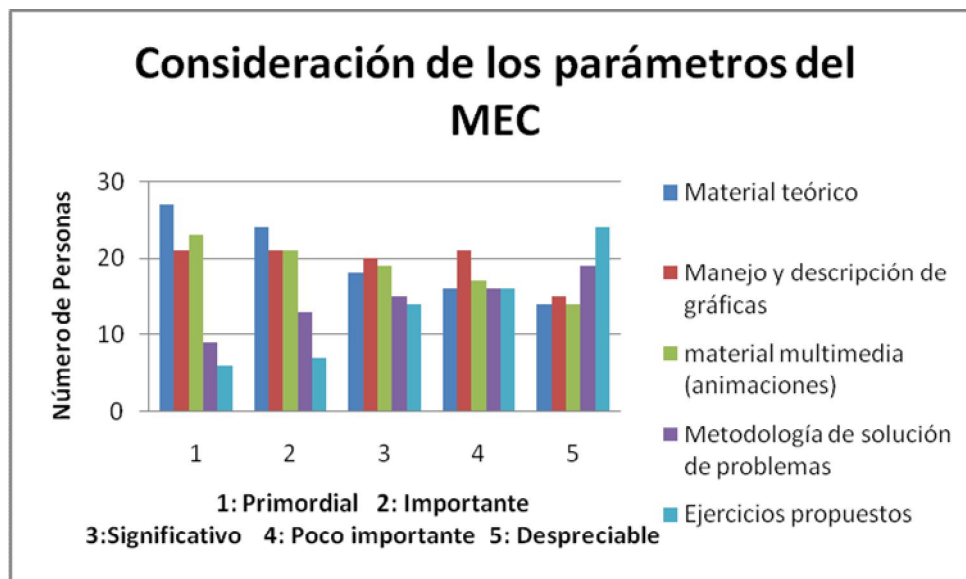


Ilustración A.8. Parámetros buscados por el estudiante en un MEC

## FICHA TÉCNICA

**Solicitada por:** Kevin L. Rosas B. Director Proyecto de Grado.

**Realizada por:** Juan Andrés Arteaga Rosero. Autor Proyecto de Grado.

**Universo:** estudiantes matriculados en el curso de “Termodinámica I” en Segundo Periodo Académico 2009.

**Unidad de Muestreo:** estudiante individual.

**Área de Cobertura:** estudiantes de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander.

**Fecha:** 26 - 27 de Octubre de 2009.

**Tipo de Muestreo:** muestreo no probabilístico opinático.

**Técnica de Recolección de Datos:** encuesta.

**Tamaño de la Muestra:** 86 muestras.

**Objetivo:** establecer el perfil del estudiante promedio que acaba de aprobar el curso de “Estequiometría” y determinar la favorabilidad de la creación de un Material Educativo Computarizado para el estudio de la “Estequiometría”.

**Número de Preguntas Formuladas:** 18 preguntas (14 preguntas numeradas y 4 preguntas de descripción de usuario)

## **ANEXO B**

Los temas contenidos en el MEC de Estequiometría, son los mismos temas abarcados por el programa académico de Estequiometría, con una estructuración diferente.

### **1. Inicio.**

#### **2. Unidad I. Conceptos Básicos.**

- I.I. Dimensiones y Unidades.
- I.II. Análisis Dimensional.
- I.III. Prueba Unidad I.
- I.IV. Ejercicios Unidad I.

#### **3. Unidad II. Gases, Vapores Líquidos y Sólidos.**

- II.I. Gases Ideales.
- II.II. Gases Reales.
- II.III. Presión de Vapor.
- II.IV. Saturación y Humedad.
- II.V. Prueba Unidad II.
- II.VI. Ejercicios Unidad II.

#### **4. Unidad III. Principios de Conservación de Masa.**

- III.I. Leyes de las Proporciones Definidas y Múltiples.
- III.II. Balance General.
- III.III. Prueba Unidad III.
- III.IV. Ejercicios Unidad III.

## **5. Unidad IV. Balance por Componente Sin Reacción Química.**

- IV.I. Grados de Libertad en una Unidad.
- IV.II. Grados de Libertad para Unidades Múltiples.
- IV.III. Análisis entre Elementos Tecnológicos.
- IV.IV. Prueba Unidad IV.
- IV.V. Ejercicios Unidad IV.

## **6. Unidad V. Estequiometría en Sistemas Con Reacción.**

- V.I. Relaciones Ponderales.
- V.II. Estequiometría en Sistemas con Reacción.
- V.III. Análisis de Reacciones.
- V.IV. Prueba Unidad V.
- V.V. Ejercicios Unidad V.

## **7. Unidad VI. Balance por Componente con Reacción Química.**

- VI.I. Grados de Libertad en una Unidad.
- VI.II. Grados de Libertad para Unidades Múltiples.
- VI.III. Análisis entre Elementos Tecnológicos.
- VI.IV. Prueba Unidad VI.
- VI.V. Ejercicios Unidad VI.

## **8. Unidad VII. Termoquímica.**

- VII.I. Conceptos Básicos.
- VII.II. Entalpía.
- VII.III. Ley de Hess.
- VII.IV. Análisis de Procesos.
- VII.V. Prueba Unidad VII.
- VII.VI. Ejercicios Unidad VII.

## **9. Unidad VIII. Balance de Energía.**

- VIII.I. Formas de Energía.
- VIII.II. Primera Ley de la Termodinámica.
- VIII.III. Tablas Termodinámicas.
- VIII.IV. Segunda Ley de la Termodinámica.
- VIII.V. Prueba Unidad IV.
- VIII.VI. Ejercicios Unidad IV.

## **10. Prueba Final.**

## **11. Tópicos Especiales.**

## ANEXO C

### Entorno Gráfico

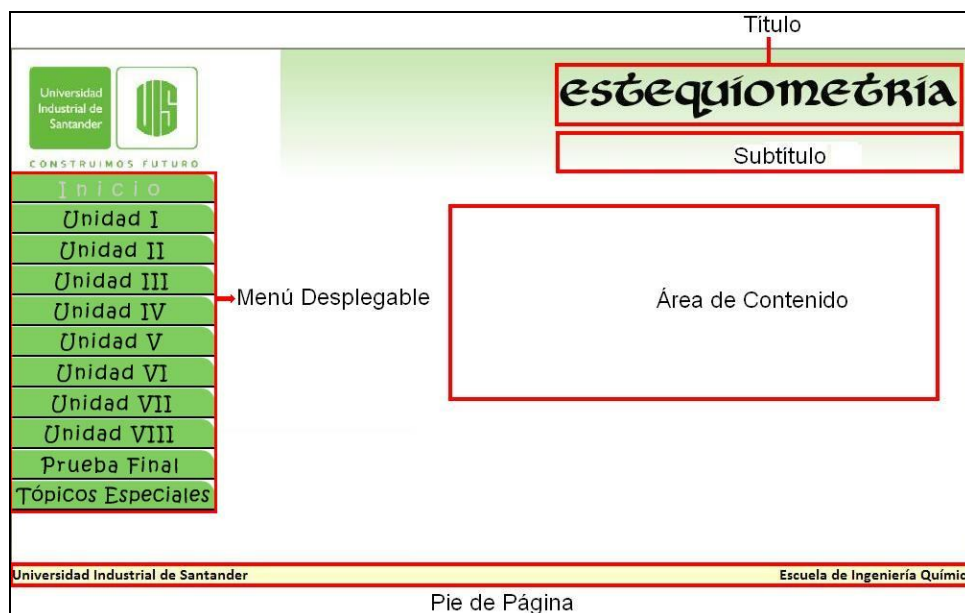


Ilustración C 1. Interfaz General

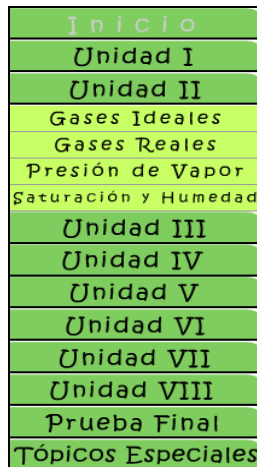


Ilustración C 2. Menú desplegado en Unidad II

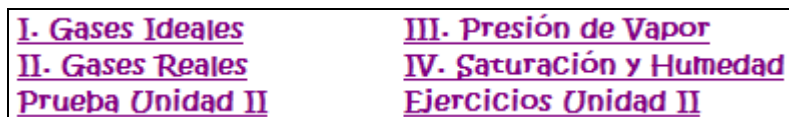
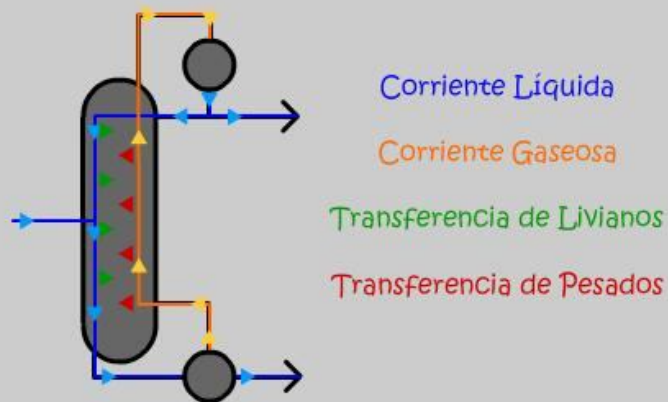


Ilustración C 3. Hipervínculos de Unidad II. Ejemplo de accesos a Prueba de Unidad y Ejercicios Resueltos

# Análisis de Operaciones

## Destilación

Es un método para separar los **componentes de una solución**; el principio de separación usado es la **diferencia de volatilidades** entre las sustancias presentes. Se aplica a los casos en que todos los componentes están presentes en fase vapor y fase líquida. Cada fase se crea por evaporación o condensación de la solución.



Corriente Líquida

Corriente Gaseosa

Transferencia de Livianos

Transferencia de Pesados

Anterior

Haga clic aquí

Siguiente

Haga clic aquí

<<

Haga clic aquí

>>

Haga clic aquí

Ilustración C 4. Ejemplo de presentación de contenido