

**DESARROLLO DE UN MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO (MEC)
PARA EL APRENDIZAJE DE LA OPERACIÓN DE HUMIDIFICACION**

LAURA LUCIA AGUILERA SANTAMARIA

DARWIN DIAZ ARENAS

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

2015

**DESARROLLO DE UN MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO (MEC)
PARA EL APRENDIZAJE DE LA OPERACIÓN DE HUMIDIFICACION**

LAURA LUCIA AGUILERA SANTAMARIA

DARWIN DIAZ ARENAS

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Químico

Director:

CRISÓSTOMO BARAJAS FERREIRA

Master en Ingeniería Química

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

2015

“El hombre, un dios cuando sueña y apenas un mendigo cuando piensa.”

HÖLDERLIN

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme orientado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos críticos y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y alegría.

Le doy gracias a mi madre María de los Ángeles Arenas Carrillo y hermano Gerson Diaz Arenas por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme brindado una buena educación en el transcurso de mi vida.

Le agradezco la confianza, apoyo y dedicación de tiempo a mi profesor Crisóstomo Barajas Ferreira por haber compartido conmigo sus conocimientos y amistad.

A Laura Aguilera por haber sido una excelente compañera de tesis y amiga, por haberme tenido la paciencia necesaria y por motivarme a seguir adelante en los tiempos difíciles y sobre todo por hacer de su familia, una familia para mí.

A mis amigos por confiar y creer en mí y haber hecho de mi vida universitaria una anécdota que nunca olvidaré.

DARWIN DIAZ

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres, que me brindaron fortaleza cada vez que me veían con incertidumbre y me recordaban mis metas cuando veían que me desviaba de mi ruta. Sus palabras de amor y sus acciones, son lo que me inspira a querer dar lo mejor de mí en todo momento.

A mi hermana paito, que me conoce mejor que nadie, a quien amo con todo mi ser y me hacer querer ser una mejor versión de mí.

Al profesor Crisóstomo Barajas, quien durante todo el tiempo que lo conocemos y trabajamos con él, nos guio y brindó su apoyo incondicional.

A mis queridísimos amigos, a todos ellos. Que me han acompañado a lo largo de la carrera o incluso antes, a todos los considero como mi familia, padres, madres, hermanos y hermanas. Gracias por compartir conmigo los momentos buenos y los malos, por dejarme formar parte de sus vidas y porque, aunque no siempre este presente o desaparezca del mundo, sé que ustedes me van a esperar. Por esto y más los amo, en serio.

LAURA AGUILERA

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	16
1. OBJETIVOS.....	18
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	18
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	18
2. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TICs).....	19
2.2. MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO.....	19
2.2.2. Tipos de MECs:	20
2.2.3. Aspectos de diseño y comunicación de un MEC:	21
3. METODOLOGIA.....	22
3.1. ANÁLISIS DE NECESIDAD	23
3.2. SELECCIÓN DE SOFTWARE	24
3.3. ESTRUCTURACIÓN DEL CONTENIDO DEL MEC DE HUMIDIFICACIÓN	25
3.4. CREACIÓN DE LAS AYUDAS VISUALES DE LA MEC.....	29
3.5. DISEÑO DE LAS HERRAMIENTAS INTERACTIVAS	30
3.5.1 Herramienta de cálculo en una torre de enfriamiento	31
3.5.2 Herramienta de graficación de una carta psicrometrica.	32
3.6. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL MEC DE HUMIDIFICACIÓN.....	32
3.7. DISEÑO Y MONTAJE DE INTERFAZ DE MEC DE HUMIDIFICACION.	355
3.8. PRUEBA Y AJUSTE	37
3.9. MANUAL DE USUARIO.....	38
4. RESULTADOS Y ANALISIS.....	39
4.1. EVALUACIÓN DEL MEC DE HUMIDIFICACION	39
4.1.1. Componente del contenido teórico.....	39
4.1.2. Componente de diseño gráfico y didáctico.....	39
4.1.3. Componente de funcionalidad.....	40
5. CONCLUSIONES.....	41
6. RECOMENDACIONES	43
BIBLIOGRAFIA.....	44

ANEXOS.....	46
-------------	----

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Etapas de la metodología para el desarrollo del MEC de humidificación.....	23
Figura 2. Arreglo esquemático de un enfriador por evaporación.	30
Figura 3. Herramienta interactiva para el cálculo de los perfiles de temperatura y humedad absoluta en una torre de enfriamiento.	31
Figura 4. Herramienta que gráfica el diagrama psicrométrico para el sistema aire-vapor de agua.	32
Figura 5. Secuencia de imágenes para crear una animación.....	33
Figura 6. Esquema de la interfaz implementada en el MEC de humidificación.	35
Figura 7. Diseño de la interfaz del MEC en el entorno web.....	36

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Listado de software usado para el desarrollo de la MEC de humidificación.....	24
---	----

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. Metodología para desarrollo de software educativo enfocado al proceso de enseñanza-aprendizaje.	46
ANEXO B. Contenido de los capítulos del MEC humidificación.....	47
ANEXO C. Evaluación experta del MEC humidificación del componente teórico.	54
ANEXO D. Evaluación experta del MEC humidificación del diseño gráfico y didáctico.	55
ANEXO E. Evaluación experta del MEC humidificación del componente de funcionalidad.	56
ANEXO F. Descarga, elementos principales y vista de la interfaz del MEC humidificación.....	57

AUTORES: Laura Lucia Aguilera Santamaria, Darwin Díaz Arenas.**

PALABRAS CLAVES: material educativo computarizado, humidificación, herramienta de estudio, aprendizaje.

DESCRIPCION:

Dada la importancia que tiene el que los estudiantes entiendan de forma clara todos los temas de una materia, se diseñó y elaboró un material educativo computarizado (MEC) que funcione para los estudiantes como una herramienta de estudio en el aprendizaje de la operación de humidificación y que a la vez funcione como una guía del contenido teórico a tratar, para el docente a cargo de la materia.

La MEC es una herramienta de apoyo para el proceso de aprendizaje de la operación de humidificación en el cual se pueden encontrar de manera fácil y organizada los conceptos básicos de gases ideales, saturación y entalpía; los principios básicos de transferencia de masa y energía; el sistema aire - vapor de agua; operaciones gas – líquido y clasificación y componentes de una torre de enfriamiento. Adicionalmente el estudiante contara con algunos ejercicios propuestos, enlaces de interés y herramientas didácticas para el cálculo de operaciones.

Para el desarrollo de la herramienta educativa se estructuraron los contenidos teóricos tomando como base el programa asignado por el docente para este tema; se crearon las diferentes ayudas visuales y herramientas de cálculo para el entendimiento de los temas tratados; posteriormente se seleccionaron los programas con los cuales se desarrolló el material educativo computarizado y se diseñó la estructura y la interfaz visual del mismo. Al finalizar se obtuvo un MEC con un entorno visualmente amigable y de fácil uso que contiene toda la teoría sobre la operación de humidificación y cuenta con recursos que motiven a los estudiantes a estudiar y que faciliten la solución de problemas de humidificación.

*Trabajo de grado

**Facultad de Ingenierías Físico-Químicas, Escuela de Ingeniería Química. Director: M. Sc. Crisóstomo Barajas Ferreira

ABSTRACT

TITLE: Development of a computerized educational material (CEM) for humidification process learning*

AUTHORS: Laura Lucia Aguilera Santamaria, Darwin Díaz Arenas**

KEYWORDS: computerized educational material, humidification, study tool, learning.

DESCRIPTION

Given the importance of students to understand clearly all the issues of a course, it was designed and developed a computerized educational materials (CEM) to work for students as a study tool in learning the humidifying operation and that simultaneously function as a theoretical guide content to treat, the teacher in charge of the course.

CEM is a support tool for the learning of the humidifying operation in which you can find easy and organized way the basics of ideal gas saturation and enthalpy; the basic principles of mass and energy transfer; air system - water vapor; and classification and liquid components of a cooling tower - gas operations. Additionally, the student will feature some proposed exercises and teaching tools for calculating operations.

To develop educational tool the theoretical basis of the program assigned by the teacher for this subject is structured; the different visual aids and calculation tools for understanding the topics were created; programs with which the computerized educational materials developed and the structure and the visual interface itself was designed subsequently selected. Finalizing a CEM was obtained in a visually friendly and easy to use which contains the whole theory about the humidifying operation and resources that motivate students to study and facilitate troubleshooting humidification environment.

*Grade thesis

**Faculty of Physicochemical Engineering, School of Chemical Engineering. Director: M. Sc. Crisóstomo Barajas Ferreira

INTRODUCCIÓN

La enseñanza virtual se ha convertido en una rama importante de la educación, y ha llevado al desarrollo de diferentes tecnologías y materiales interactivos para reforzar el proceso de aprendizaje. En diferentes espacios educativos, se ha iniciado la discusión sobre los cambios que se deben hacer en cuanto a los nuevos métodos de enseñanza y aprendizaje, y es aquí donde el software educativo adquiere un papel importante como una forma de generar ambientes de aprendizaje basados en el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs)¹.

Estas tecnologías son ampliamente usadas como herramientas de estudio y consulta por los estudiantes, con la característica de que es el estudiante quien maneja el ritmo de estudio². El desarrollo de estas tecnologías es muy exigente, teniendo en cuenta que se deben contemplar los aspectos técnicos normales de cualquier aplicación de software además de la utilidad del programa y los aspectos pedagógicos.

Por esta razón, con el fin de contribuir a las nuevas formas de aprendizaje, se decide diseñar un Material Educativo Computarizado (MEC) para el aprendizaje de la operación de humidificación; debido a que es una herramienta que los estudiantes pueden usar como guía para su formación académica, mejorando el entendimiento de los conceptos adquiridos en clase. Este objeto de aprendizaje no busca reemplazar al docente o los libros, sino que busca modificar su papel en relación al proceso de aprendizaje, convirtiéndose en una alternativa adicional en el proceso de enseñanza y construcción del conocimiento.

Basado en la fuerte adhesión que se tiene actualmente en el ambiente educativo, en el ambiente laboral y en la cotidianidad con los computadores, esta herramienta de aprendizaje será de gran utilidad debido a que los estudiantes podrán estar en constante exploración y análisis de conceptos durante el proceso de aprendizaje. Además, con este proyecto se busca que el MEC no sea usado

solamente durante el transcurso de la materia de Operaciones Unitarias I, sino durante toda la formación del futuro ingeniero.

El desarrollo de un material educativo computarizado de la humidificación, se hace para guiar un proceso de aprendizaje autónomo e innovador que permita el desarrollo de nuevas competencias y habilidades en los estudiantes, promoviendo una formación más enfocada en que se entiendan los conceptos que en la memorización de los mismos; para lograr esto se debe tener pleno conocimiento del tema para poder transmitirlo con claridad. Del mismo modo, en este proyecto es de vital importancia que el docente fomente el uso del material como un medio alternativo en el aprendizaje de los temas estudiado.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un material educativo computarizado que actúe como recurso de aprendizaje de la operación de humidificación.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Desarrollar una herramienta informática interactiva, establecida en un entorno web, que contenga toda la información relevante en el estudio de la operación de humidificación.
- Diseñar herramientas educativas que se puedan integrar al MEC con el fin de que los estudiantes puedan corroborar resultados de problemas.
- Proporcionar a los estudiantes una herramienta de aprendizaje en la cual se encuentre una síntesis completa de la operación de humidificación.
- Brindar al docente una herramienta que sirva como soporte para la asimilación de los temas del curso.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TICs)

Las tecnologías de información y comunicación (TICs) aglomeran las técnicas y mecanismos empleados en el tratamiento y la transmisión de las informaciones, esencialmente de informática, internet y telecomunicaciones. Estas tecnologías son esenciales en la innovación, dinámica y transformación de la cultura humana cotidiana. La educación y el aprendizaje emplean el uso de tecnologías multimedia para una mejor calidad en el proceso de aprendizaje en todos los niveles de ambientes educativos.³

2.2. MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO

El material educativo computarizado es un software diseñado en el ámbito educativo para ser empleado en los cursos o programas que cumplen o apoyan funciones educativas. En esta categoría se encuentran tanto los que apoyan los procesos educacionales como los que dan soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje; dentro de la última categoría se encuentran los Materiales Educativos Computarizados (MECs). La finalidad de los MECs es complementar lo que con otros medios resulta complicado de razonar y comprender. Por lo cual uno de los elementos más importantes en el diseño de un MEC es el de crear un entorno de aprendizaje participativo. Basado en esto es vital que un MEC cuente con las siguientes cualidades:

- Debe despertar el interés y estimular al estudiante
- El contenido del MEC debe ser claro, asegurando a los estudiantes la comprensión del tema
- Debe ser de fácil navegación y con una interfaz sencilla
- Fácilmente modificable ante demanda del usuario

2.2.2. Tipos de MECs: Desarrollar un material educativo que cumpla a cabalidad con los requisitos propuestos anteriormente requiere una revisión teórica para acompañar la creación de este nuevo ambiente de aprendizaje; es indispensable reconocer las metodologías de desarrollo de estas herramientas para seleccionar la más adecuada.

La clasificación propuesta por Dwyer⁴ resulta eficiente, está ligada al enfoque educativo que predomina entre ellos: heurístico o algorítmico; los cuales se basan en las corrientes pedagógicas y que, dependiendo de la función que intenten apoyar, conducen a diferentes tipos de MEC.

2.2.2.1 MEC de tipo algorítmico: Es aquel en el que predomina el aprendizaje transmitido por quien tiene el conocimiento a quien desea aprender; en este tipo de MEC el diseñador se encarga de encapsular secuencias bien diseñadas de actividades de aprendizaje que conduzcan al aprendiz hasta donde desee llegar.

2.2.2.2 MEC heurístico: En el predomina el aprendizaje experiencial y por descubrimiento, donde el diseñador debe crear ambientes ricos en situaciones que el alumno debe explorar empíricamente. El alumno debe llegar al conocimiento a partir de la experiencia; en esta categoría de MECs se usan simuladores, juegos educativos y algunos programas expertos.

Otra forma de clasificar las MECs es según las funciones educativas que asumen: sistemas tutoriales, sistemas de ejercitación y práctica, simuladores, juegos educativos, sistemas expertos, sistemas inteligentes de enseñanza.

2.2.2.3. Sistema tutorial: Este sistema se amerita cuando, siendo conveniente brindar el conocimiento al alumno, también interesa que lo incorpore y lo afiance, todo esto dentro de un mundo amigable y ojalá entretenido.

2.2.2.4. Sistema de ejercitación y práctica: Como lo dice su nombre, se trata con estos de reforzar las fases de aplicación y retroinformación del proceso de instrucción. En este sistema se parte de la idea que el aprendiz ya adquirió los conceptos que va a aplicar con este en algún otro medio de enseñanza.

2.2.2.5. Simulador: El simulador se puede utilizar para practicar las destrezas y obtener información de retorno según las decisiones que tome el aprendiz. Un simulador puede usarse también, y primordialmente, para que el aprendiz llegue al conocimiento mediante trabajo exploratorio.

2.2.2.6. Juego educativo: Al igual que el simulador el juego también apoya el aprendizaje de manera experiencial; estos pueden o no simular situaciones reales. Su principal característica es que deben promover situaciones excitantes y/o entretenidas, y que estas situaciones sirvan de contexto al aprendizaje de un tema.

2.2.2.7. Sistemas expertos: Estos son sistemas de computación capaces de representar y razonar acerca de algún tema, con el objetivo de resolver problemas y dar consejo a quienes no son expertos en estos.

2.2.2.8. Sistema tutorial inteligente: El objetivo básico de un sistema tutorial inteligente es la de tomar la estrategia de enseñanza-aprendizaje, el contenido y la forma en que se aprende, y ajustarlo a los intereses del aprendiz; tomando en cuenta las limitaciones y posibilidades que brinda el área y nivel de conocimiento del tema a enseñar.

2.2.3. Aspectos de diseño y comunicación de un MEC: En este campo la MEC se fundamenta en la fragmentación (zonas) que hará posible que la relación programa-usuario se entiendan. Comúnmente, en la interfaz usuario-computador

se encuentran tres zonas de comunicación que son: las zonas de comunicación, en las que el usuario tiene a disposición lo que sirve de base para aprender (ej. Teoría, ejemplos, modelos); las zonas de control del programa, en las que se puede alterar el flujo y el ritmo de ejecución del programa y, finalmente, las zonas de contexto para la acción, a través de las cuales el usuario sabe en qué programa o módulo se encuentra.

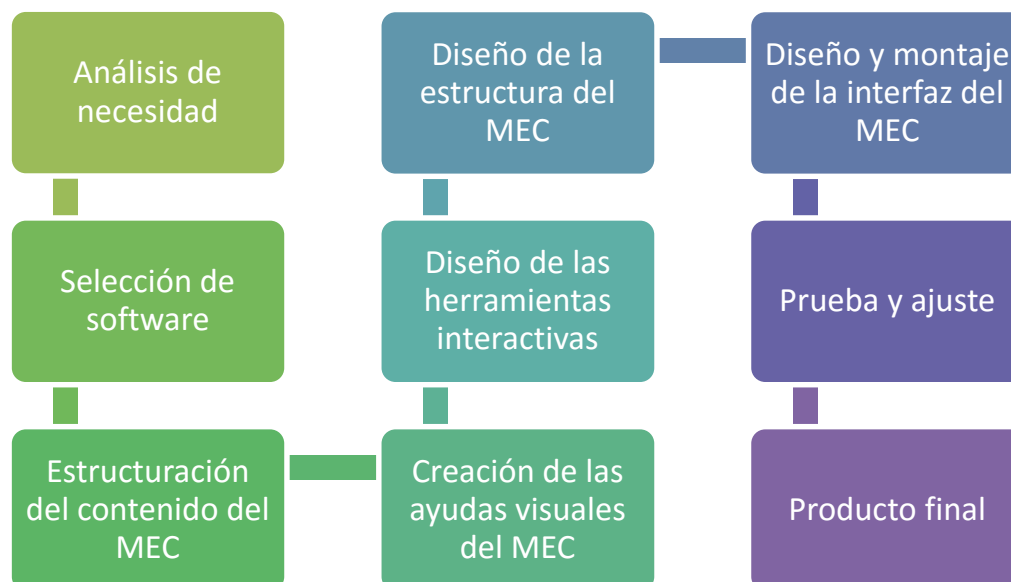
Además de la definición de las zonas de comunicación y su función, es necesario establecer las características de los elementos que se van a utilizar en estas: menús, textos, gráficos, animaciones, colores, entre otros. Cada una de estas propiedades se debe definir teniendo en cuenta el impacto que se espera de ellos.

3. METODOLOGIA

Para considerar que un material educativo computarizado (MEC) está diseñado correctamente, se debe tener en cuenta si garantiza lo siguiente: facilitar la motivación, proporcionar nuevos estímulos, activar la respuesta de los alumnos, proporcionar información relevante, estimular la práctica del tema, establecer una secuencia de aprendizaje, generar efectos visuales agradables al usuario, ser interactivo y de fácil uso.

Teniendo en cuenta todas estas características y buscando obtener un resultado oportuno, organizado y lo más cercano posible al cumplimiento de los objetivos trazados, se plantearon diferentes etapas para el desarrollo del material educativo computarizado. Durante cada una de las etapas de planeación y desarrollo del MEC, se deben tener en cuenta varios aspectos clave los cuales están esquematizados en la **Figura 1**.

Figura 1. Etapas de la metodología para el desarrollo del MEC de humidificación.



3.1. ANÁLISIS DE NECESIDAD

La materia de Operaciones Unitarias es uno de los pilares de la carrera de Ingeniería Química y la operación de humidificación que es uno de los temas contemplados dentro de esta es de la misma forma importante. Al ser un tema tan extenso y sobre el cual existe tanta información esparcida, se unificó toda esta información de forma clara y didáctica para que los estudiantes cuenten con una fuente de información completa, dinámica y didáctica.

3.2. SELECCIÓN DE SOFTWARE

Debido a que no se cuenta con previo conocimiento en cuanto a programación o edición web, se realizó una búsqueda y selección de software que fuera de fácil utilización y que fuera compatible con las herramientas educativas que también forman parte del MEC. Se investigaron varios programas que permitieran realizar el trabajo de forma sencilla. En la **Tabla 1**. Se muestran los programas que se utilizaron para la realización del MEC.

Tabla 1. Listado de software usado para el desarrollo de la MEC de humidificación.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Adobe Dreamweaver CS6	Aplicación destinada a la construcción, diseño y edición de sitios web. Esta aplicación fue la empleada para crear la interfaz y posteriormente agregar todos los contenidos del MEC.
Bloc de notas	Editor de texto simple. En este programa se creó el Léame con las instrucciones de descarga e instalación del MEC
Corel DRAW X7	Aplicación informática de diseño gráfico vectorial. En esta aplicación se crearon

	todas las imágenes, banners, títulos, botones y barras de navegación del MEC.
Google Chrome	Navegador web. En este explorador es en el cual se ejecutaban las versiones de prueba y en el cual se ejecuta la versión final del MEC.
Microsoft Word 2010	Software para el procesamiento de textos. Este fue el editor de texto en el cual se procesó todo el contenido teórico del MEC, para su posterior adición al entorno Dreamweaver.
Javascript	Aplicación informática que permite la creación de macros. Esta aplicación fue usada para poder ejecutar las herramientas educativas desde la interfaz del MEC.
Adobe Reader	Aplicación que permite ver, imprimir y buscar en documentos PDF a través de una interfaz.
Picasion	Aplicación web que permite crear GIF animados en línea a partir de archivos jpg y png. En esta aplicación se exportaron los conjuntos de imágenes creadas en CorelDraw para crear las animaciones.

3.3. ESTRUCTURACIÓN DEL CONTENIDO DEL MEC DE HUMIDIFICACIÓN

Los contenidos propuestos para este proyecto están pensados en cubrir todos los temas que se abordan en clase y otros no contemplados que se consideraron de vital importancia para el desarrollo de los temas. Para esto se planearon seis capítulos organizados por nivel de complejidad y pertinencia; se organizaron de manera que el estudiante pueda entender los conceptos de manera sencilla. Los temas que se incluyeron en el MEC fueron los siguientes:

CAPÍTULO 1: CONCEPTOS BASICOS

El objetivo de este capítulo es proporcionar a los estudiantes una introducción con los conceptos básicos para abordar el tema, como las propiedades de gases ideales y de las mezclas de sistemas gas-vapor.

- 1.1 Gas ideal.
 - 1.1.1 Ley de Charles y Gay Lussac.
 - 1.1.2 Mezcla de gases ideales.
- 1.2 Saturación.
 - 1.2.1 Gas saturado.
 - 1.2.2 Saturación absoluta.
 - 1.2.3 Saturación relativa.
 - 1.2.4 Saturación porcentual.
- 1.3 Volumen húmedo.
- 1.4 Calor húmedo.
- 1.5 Entalpia.
- 1.6 Punto de rocío.

CAPÍTULO 2: PRINCIPIOS BASICOS DE TRANSFERENCIA DE MASA Y ENERGÍA

En este capítulo se pretende recordar a los estudiantes los principios básicos de los fenómenos de transferencia de masa y energía; debido a que son la base para la comprensión de la operación de humidificación.

2.1 Ecuación general de balance de energía.

2.2 Principios de los balances de masa y energía.

2.3 Principios de transferencia de contacto directo.

2.4 Analogías de transferencia de masa y energía.

2.5 Unidades de transferencia

2.6 Relación del número de Lewis.

CAPÍTULO 3: EL SISTEMA AIRE- VAPOR DE AGUA

En este capítulo se profundiza sobre las operaciones en sistemas aire-vapor de agua, así como en sus propiedades y el uso de herramientas como la carta psicrométrica para la resolución de problemas.

3.1 Equilibrio entre fases.

3.2 Temperatura de saturación adiabática.

3.3 Temperatura de bulbo húmedo.

3.4 Grados de libertad.

3.5 Carta psicrométrica.

CAPÍTULO 4: OPERACIONES GAS-LÍQUIDO

En este capítulo se deja a un lado el sistema aire-vapor de agua y se pasa a ver la operación a una mayor escala y se explican las diferentes operaciones gas-líquido.

4.1 Operaciones adiabáticas.

4.1.1 Relaciones fundamentales

4.1.2 Enfriamiento de agua con aire.

- 4.1.3 Deshumidificación del aire
- 4.1.4 Humidificación-enfriamiento de un gas
- 4.1.5 Métodos generales
- 4.2 Operaciones no adiabáticas.
 - 4.2.1 Enfriamiento por evaporación.

CAPÍTULO 5: CLASIFICACIÓN DE LAS TORRES DE ENFRIAMIENTO

La mayor y más conocida aplicación industrial de la operación de humidificación son las torres de enfriamiento, por lo cual en este capítulo se da a los estudiantes una introducción sobre las diferentes clasificaciones de estas y las características de cada una.

- 5.1 Basado en el método de transferencia de calor.
 - 5.1.1 Torre seca.
 - 5.1.2 Torre húmeda.
- 5.2 Basado en el tiro de la corriente de aire.
 - 5.2.1 Atmosférica.
 - 5.2.2 Tiro natural.
 - 5.2.3 Tiro mecánico.
 - 5.2.3.1 Tiro forzado.
 - 5.2.3.2 Tiro inducido.
- 5.3 Basado en el patrón de flujo de aire.
 - 5.3.1 Contracorriente.
 - 5.3.2 Flujo cruzado.

CAPÍTULO 6: COMPONENTE DE UNA TORRE DE ENFRIAMIENTO

Los componentes que se encuentran en una torre de enfriamiento cumplen el papel más importante en su desempeño debido a que de esto depende el rendimiento y la operatividad de la torre.

6.1 Empaquetamiento.

6.2 Eliminadores de rocío.

6.3 Sistema de distribución de agua.

6.3.1 Por gravedad

6.3.2 Por presión

6.4 Tanque de almacenamiento de agua.

6.5 Ventiladores.

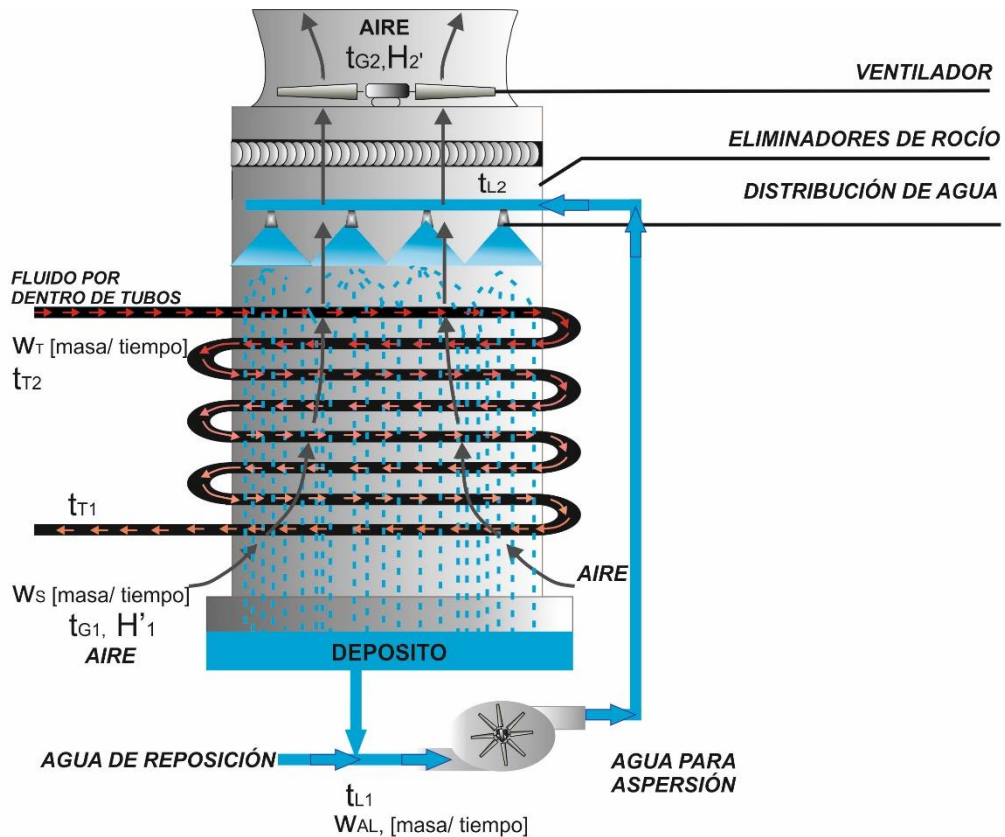
6.5.1 Ventiladores axiales

6.5.2 Ventiladores centrífugos

3.4. CREACIÓN DE LAS AYUDAS VISUALES DE LA MEC

El objetivo del MEC es ser visualmente agradable y estimulante para que el estudiante se interese por estudiar y para hacer más fácil que entiendan los conceptos tratados en esta herramienta. Se propone hacer esto por medio de animaciones creadas en *CorelDraw X7* y se crean Gifs con ayuda de la aplicación web *Picasion*, los cuales se encontraran en el MEC. La mayoría de las ayudas visuales que se utilizan es este MEC son imágenes tipo Gif, debido a que al ser una operación en la que los fenómenos de transferencia de calor y masa son los principios fundamentales, la utilización de animaciones dará un mejor entendimiento de estos fenómenos. Las animaciones deben ser llamativas y didácticas para que sirvan de complemento al estudiante y le ayuden a comprender los temas explicados. En la **Figura 2**. Se muestra un ejemplo de las figuras que se encontrarán en el contenido teórico del MEC.

Figura 2. Arreglo esquemático de un enfriador por evaporación.



3.5. DISEÑO DE LAS HERRAMIENTAS INTERACTIVAS

Como se estipuló anteriormente ésta MEC contara con herramientas interactivas que permitan a los estudiantes practicar los ejercicios que se planteen, para esto se elaboró una macro que permita determinar las variables de salida y características de una torre de enfriamiento de tiro inducido a contracorriente dadas las variables de entrada y una macro que elabore un diagrama psicrométrico para el sistema aire-vapor de agua dada la presión del sistema. Estos macros se programaron en *JavaScript*, debido a que este lenguaje de programación es compatible con *Dreamweaver* y tiene una interfaz práctica y de fácil uso.

3.5.1 Herramienta de cálculo en una torre de enfriamiento: Para la creación de esta herramienta se construyó un modelo matemático que rige el funcionamiento de una torre de enfriamiento de agua de tiro inducido a contracorriente. El modelo estructurado contiene ecuaciones que describen los fenómenos de transferencia de masa y transferencia de calor, el balance de energía y la ecuación de equilibrio generada a partir de datos para el sistema aire-vapor de agua reportados en la literatura. En el modelo que se utilizó para desarrollo del MEC, también se incluyeron ecuaciones que modelan el comportamiento termodinámico de la torre partiendo de los datos del sistema aire-vapor de agua. En la *figura 3*. se muestra la herramienta de aprendizaje dentro de la interfaz del MEC.

Figura 3. Herramienta interactiva para el cálculo de los perfiles de temperatura y humedad absoluta en una torre de enfriamiento.

Universidad Industrial de Santander
 Escuela de Ingeniería Química
 MEC HUMIDIFICACIÓN

Página principal Capítulos Guía de usuario Información
 Contenido Glosario Bibliografía Biografía Enlaces de interés

PROGRAMA PARA DETERMINAR LOS PERFILES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD ABSOLUTA EN UNA TORRE DE ENFRIAMIENTO AGUA-AIRE DE TIRO MECANICO A CONTRACORRIENTE

Ingrese la temperatura de entrada del agua en °C: *

Ingrese la temperatura de entrada del aire en °C: *

Ingrese el flujo de liquido en kg/h: *

Ingrese el flujo de gas en kg/h: *

Ingrese la Altura de la torre en m: *

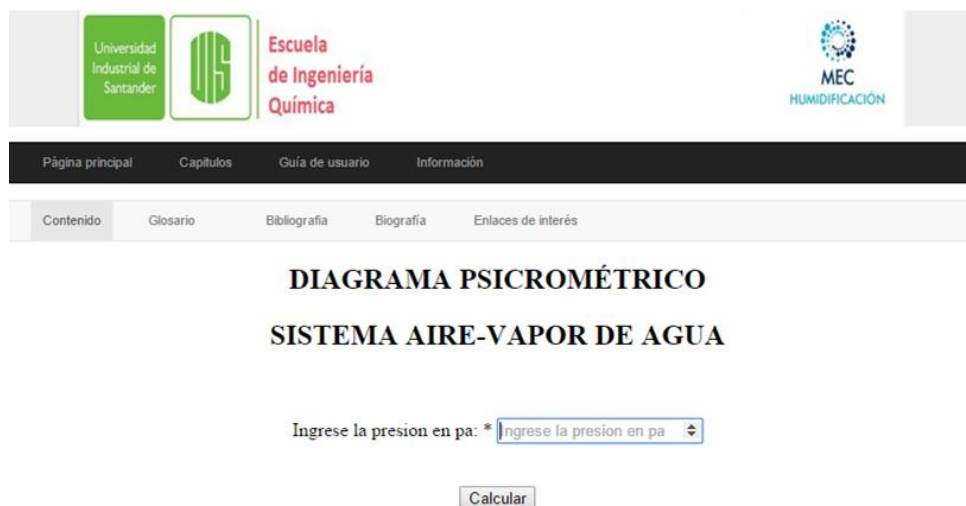
Ingrese el Diametro de la Torre en m: *

Ingrese la humedad relativa del aire en kg(H₂O)/Kg(aire seco): *

Digite el valor del coeficiente de transferencia de masa para el agua en w/m²°C si lo conoce
 De lo contrario digite '0';
 en cuyo caso se asume este valor igual a 18000 w/m²°C: *

3.5.2 Herramienta de graficación de una carta psicrometrica: Para la creación de esta herramienta se realizó un modelo que gráfica las propiedades de la mezcla vapor-aire a una presión dada. En él, se tienen en cuenta las propiedades de la mezcla aire- vapor de agua como humedad temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo y humedad relativa. En la *Figura 4*. Se muestra esta herramienta de aprendizaje dentro de la interfaz del MEC.

Figura 4. Herramienta que gráfica el diagrama psicrométrico para el sistema aire-vapor de agua.



3.6. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL MEC DE HUMIDIFICACIÓN

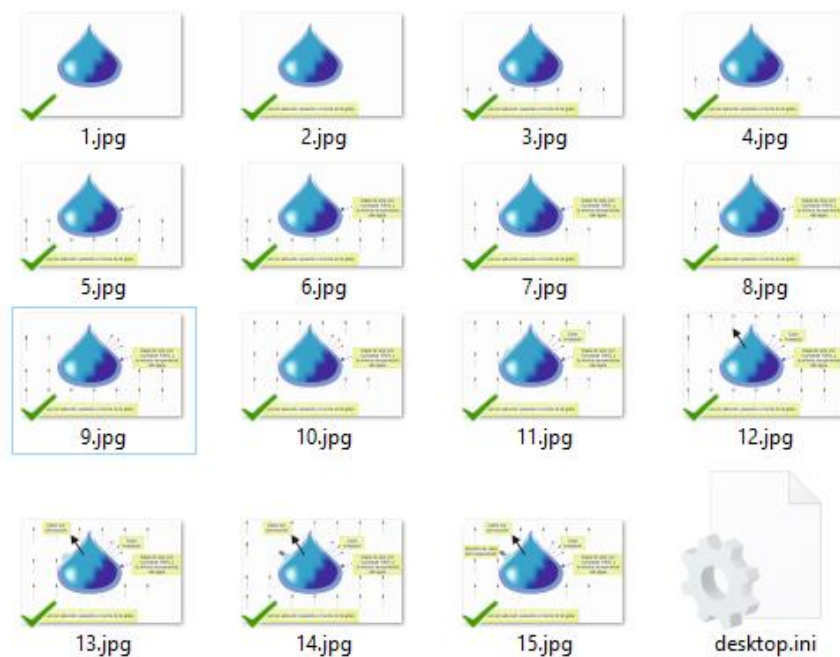
Para el diseño del material educativo computarizado se contemplaron seis aspectos base para que este cumpliera a cabalidad con las características deseadas, estos aspectos se describen a continuación:

3.6.1. Contenido teórico: Este aspecto envuelve los distintos conceptos y bases de las diferentes temáticas tratadas por el docente. Se realizó una

revisión bibliográfica de un gran número de fuentes con el fin de que la información brindada al estudiante fuera lo más completa posible. Una vez se reunió toda la bibliografía se condensa la información seleccionada de forma que el estudiante la encontrara fácil de leer y entender. Toda la teoría en textos se digitalizó usando el software de texto *Microsoft Word 2010*

3.6.2. Figuras y animaciones: Teniendo definida la teoría de cada capítulo, se procedió al diseño de diferentes figuras e imágenes para completar los textos, el diseño de estas figuras y de las animaciones fue realizado con *CorelDraw X7* y posteriormente exportadas como archivos de extensión .jpeg. El diseño y selección de imágenes para el MEC de humidificación se fundamentó en la premisa de brindar un alto impacto visual al usuario y de esa manera incidir positivamente sobre su aprendizaje.

Figura 5. Secuencia de imágenes para crear una animación.



- 3.6.3. Planteamiento de ejercicios:** Partiendo del contenido de los capítulos se plantearon diferentes tipos de ejercicios, en los cuales el usuario debe aplicar los conceptos vistos a lo largo del MEC. Como el objetivo de este MEC es que los estudiantes lo utilicen para revisar conceptos y aclarar dudas, los ejercicios planteados no se dejan sin solución; todas las soluciones a los ejercicios planteados se encuentran en un documento de PDF (bajo el nombre *soluciones*) al final del capítulo en que se encuentran propuestos.
- 3.6.4. Herramientas de aprendizaje:** En el último capítulo (ejercicios) de la MEC de humidificación se implementaron dos herramientas que facilitan la solución de problemas de humidificación; una herramienta que grafica la carta psicrométrica para una altura o presión dada y una herramienta que calcula las variables de salida de una torre de enfriamiento de tiro inducido a contracorriente a partir de los datos de entrada; se realizaron de forma que el estudiante pueda ingresar los datos dentro de la plataforma y esta le de los resultados. Estas ayudas de estudio fueron programadas en el lenguaje *JavaScript* para su posterior adición al entorno de *Dreamweaver*.
- 3.6.5. Bibliografía:** Presenta el listado de las diferentes fuentes bibliográficas y páginas web consultadas para conformar el contenido de cada capítulo; de esta forma el usuario podrá dirigirse a las fuentes en caso de que desee profundizar en las temáticas de estudio. Entre la bibliografía consultada se encuentran 17 libros de consulta y 10 artículos científicos, entre otros.
- 3.6.6. Enlaces:** También se adiciono contenido que puede ser de interés para el estudiante, en los que se encuentra contenido sobre humidificación e información interesante sobre la carrera, entre los contenidos se encuentran videos, textos, artículos, vínculos a páginas web, macros de Excel y programas de ayuda en Hysys; los enlaces fueron recopilados y

se encuentran disponibles en la nube para que los estudiantes que estén interesados puedan disponer de ellos.

3.7. DISEÑO Y MONTAJE DE INTERFAZ DE MEC DE HUMIDIFICACION

Teniendo diseñada y organizada la información correspondiente a los textos, figuras, tablas, herramientas de aprendizaje y demás elementos, se procedió a diseñar la interfaz del MEC de Humidificación. Se diseñaron las barras de navegación del material a través del software *Corel Draw X7*, una barra principal la cual brinda acceso a la página de inicio del MEC de humidificación, al listado de capítulos, a la bibliografía y a los enlaces de interés. También se diseñaron diferentes botones usados en el contenido del MEC que facilitan la navegación dentro del mismo.

El diseño de la interfaz es uno de los pasos más importantes para el éxito del MEC, esta debe ser sencilla, de fácil manejo y agradable a la vista. Tomando en cuenta esto aspectos se diseñaron cuatro marcos para la interfaz, su distribución a través de la pantalla se observa a continuación.

Figura 6. Esquema de la interfaz implementada en el MEC de humidificación.

MARCO 1: BANNER DE IDENTIFICACIÓN
MARCO 2: BANNER DE NAVEGACION PRINCIPAL
MARCO 3: BARRA DE NAVEGACION SECUNDARIA

MARCO 4: CONTENIDOS

Figura 7. Diseño de la interfaz del MEC en el entorno web.



En el marco 1 se encuentra el banner de identificación de la página, el cual cuenta con el logo de la Universidad Industrial de Santander y el nombre y logo del MEC de Humidificación. En el marco 2 se encuentra la barra de navegación principal, en la cual se puede acceder a la página principal, los capítulos, la guía del usuario y la información sobre el MEC. En el marco 3 se encuentra la barra

de navegación secundaria, desde la cual se puede acceder al contenido del MEC, los enlaces de interés, biografías, glosario y bibliografía. Por último, en el marco 4 es en el cual se muestran los contenidos de los elementos anteriormente mencionados.

Una vez diseñadas y exportadas todas las páginas del material, se avanzó a realizar la activación de todos los hipervínculos presentes en el contenido (barras, botones, enlaces, etc.). Posteriormente se definieron algunos detalles de visualización de las páginas del MEC (alineación, títulos, tamaño de letra, espaciado, etc.). Estos pasos se realizaron usando el Software de diseño web *Adobe Dreamweaver CS6*.

La plantilla diseñada en Dreamweaver CS6, fue aplicada a todos los contenidos interactivos y no interactivos del MEC, para el montaje de los mismos, se agregaron y ajustaron los archivos HTML que contienen la teoría, las animaciones, videos, imágenes de cada capítulo y asimismo, se agregaron las herramientas educativas.

3.8. PRUEBA Y AJUSTE

Finalizado el montaje del MEC de humidificación, se realizó una prueba de todos los contenidos interactivos, los enlaces y los hipervínculos para comprobar que su funcionamiento fuese adecuado y se corrigieron los errores que se presentaron. Luego de realizar el ajuste del MEC, se solicitó al profesor encargado de la materia junto con otros dos expertos en diferentes temas, que exploraran el MEC y realizaran una evaluación técnica del contenido teórico, el diseño gráfico de la interfaz y la funcionalidad pedagógica y didáctica, a partir de esta evaluación se hicieron las correcciones correspondientes señaladas por los expertos con las cuales se obtuvo la versión final del material educativo. La mayoría de las correcciones realizadas fueron más de forma que de fondo (errores ortográficos, justificación del texto, adición y cambio de imágenes). Las

principales modificaciones realizadas luego de la evaluación de la herramienta fueron:

3.8.1. Adición de animaciones en algunos capítulos: Se agregaron animaciones en formato Gif en los capítulos 5 y 6, que mostraran casos reales de los temas mencionados en estos capítulos.

3.8.2. Creación y montaje del botón atrás / adelante: Se sugirió que se creara un botón con el cual se pudiera ir inmediatamente a la siguiente página o al anterior sin tener que ir a la barra de navegación a buscar el contenido de los capítulos, por lo cual se decidió crear este botón.

3.9. MANUAL DE USUARIO

Se incluyó un archivo de texto simple que recoge información general para la instalación y correcta visualización del MEC de humidificación, el cual se sugiere que sea revisado antes de utilizar la herramienta. En el manual también se incluye información del contacto (correo electrónico y número telefónico), para aquellos usuarios que deseen presentar observaciones y/o inquietudes respecto al material.

4. RESULTADOS Y ANALISIS

4.1. EVALUACIÓN DEL MEC DE HUMIDIFICACION

Se facilitó la exploración del MEC de humidificación a tres expertos para que evaluaran el contenido teórico (docente a cargo de la materia), el contenido didáctico (diseñador gráfico) y su funcionalidad (Ingeniero de sistemas).

4.1.1. Componente del contenido teórico: El contenido teórico es suficiente y está organizado de manera coherente, la información es bastante clara y sigue un orden lógico que facilita que los estudiantes puedan hacer la transición de un capítulo a otro con todos los conocimientos necesarios para entenderlo y aplicarlo. El MEC proporciona un ambiente adecuado para el tipo de proceso de aprendizaje, facilita al estudiante elementos didácticos que optimizan el entendimiento de los objetos de aprendizaje que se trabajan a lo largo del contenido de la página. La información que se incluyó posterior a la evaluación del docente se agregó dentro de los enlaces de interés y no dentro del contenido obligatorio del MEC.

4.1.2. Componente de diseño gráfico y didáctico: En cuanto a diseño gráfico el MEC de humidificación es una aplicación con estructura de diagramación práctica, ágil y fluida; su composición grafica es agradable en el manejo tipográfico y base visual de fotografías; el manejo cromático es sólido y armónico. El diseño de los botones y los marcos de la interfase es dinámico y preciso. La presentación de la interfaz con el usuario no está sobresaturada, tanto los colores como la tipografía son adecuados para el material educativo.

4.1.3. Componente de funcionalidad: En cuanto a la funcionalidad de la página, la navegabilidad del MEC es buena, la estructuración de la página es fluida lo que no deja que el usuario se confunda con la navegación dentro de la misma, está estructurada de tal manera que el usuario pueda ingresar al contenido que desea en la menor cantidad de clicks posibles, los botones adecuados al material cumplen a cabalidad con su objetivo y facilitan la navegación dentro del MEC.

5. CONCLUSIONES

- Durante el presente trabajo se desarrolló un material educativo computarizado para el aprendizaje de la operación de humidificación, como herramienta complementaria al proceso de enseñanza-aprendizaje que se lleva actualmente con el docente de la materia. La metodología aplicada permitió el diseño y desarrollo de un material educativo computarizado de interfaz atractiva, interactiva y de fácil navegación, que se enmarca como una efectiva solución para optimizar los resultados que se obtengan en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de Operaciones Unitarias 1 del programa académico de Ingeniería Química de la UIS.
- El material educativo computarizado para el aprendizaje de la operación de humidificación es una herramienta más con la cual pueden contar los estudiantes de la escuela de Ingeniería Química para el acompañamiento de su formación académica, mejorando la asimilación del conocimiento adquirido en las aulas de clase de una manera dinámica e interesante. Debido a la estructura del material educativo computarizado, el usuario puede navegar libremente por todo el contenido y tener acceso desde todas partes a los ejercicios, glosario y referencias bibliográficas. Siendo el quien dirige controle su aprendizaje y no el material. Además, el uso de marcos permitió obtener una herramienta interactiva con un entorno agradable, sencillo y de fácil manejo.
- Se realizó un proceso de evaluación y optimización del MEC de humidificación, mediante un proceso de validación por parte de tres expertos, quienes generaron sugerencias constructivas para finalmente entregar una versión corregida, de fácil acceso y flexible a futuras correcciones. Gracias a la evaluación experta realizada, se rectificó que se desarrollaron herramientas sólidas que puedan facilitar un aporte real y altamente significativo en el proceso de aprendizaje de humidificación.
- El principal valor agregado de este MEC, son las herramientas educativas que se implementaron para facilitar a los estudiantes la realización de

ejercicios, generando así en el estudiante mayor interés y estimulación por el aprendizaje de la asignatura

6. RECOMENDACIONES

- Es importante que el docente de la asignatura de operaciones unitarias 1 del programa de Ingeniería Química de la UIS, divulgue esta herramienta a sus estudiantes y los incentive a su exploración y análisis; de esta forma el MEC de humidificación podrá ser aprovechado y aportar positivamente al proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura.
- Se recomienda que la Escuela de Ingeniería Química facilite las inclusiones de este tipo de materiales educativos para el aprendizaje de humidificación y otras existentes y/o futuras, en un servidor disponible de internet así como facilitar su obtención en medio física para que así sea más sencilla la consulta de la herramienta por parte de los estudiantes.
- Se hace la invitación para organizar y compilar los diferentes temas tratados en las materias de Operaciones Unitarias 1 y 2 que existan hasta el momento y se encomienda el desarrollo de los faltantes, con el fin de crear una base de datos única que contenga todos los materiales educativos computarizados de las asignaturas.
- Siendo un proyecto realizado principalmente para los estudiantes, es de vital importancia que ellos tengan conocimiento de este material educativo computarizado, por lo cual se recomienda que al iniciar el semestre se reúna a los estudiantes que estén matriculados en la asignatura, a las salas del CENTIC, facilitándoles la exploración de la herramienta interactiva y así, los estudiantes puedan guardar en la memoria la herramienta para después instalarla en su computador.

BIBLIOGRAFIA

CHEREMISINOFF. Cooling towers selection, design and practice. Michigan. Ann Arbor Science Publishers, Inc. 1981.

DWYER, T. Heuristic Strategies for Using Computers to Enrich Education. En: International Journal of Man-Machine Studies [En línea]. Vol 9 (1974). [Consultado 12 de abril de 2015]. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020737374800015>.

GALVIS, Álvaro H. Evaluación de materiales y ambientes educativos computarizados. Informática. En Informática Educativa Proyecto SIIE, Colombia. [En línea] Vol. 6 (1993). [Consultado 12 abril de 2015] Disponible en http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles127612_archivo.pdf.

GEANKOPLIS. Procesos de transporte y operaciones unitarias. Tercera Edición. Minnesota. CECSA. 1998. P 670-679.

HILL, PRING and OSBORN. Cooling Towers. Principles and Practice. Tercera edición. Londres. Butterworth-Heinemann. 1990.

LEGUIZAMON, Myriam C. Diseño y desarrollo de materiales educativos computarizados (MEC): Una posibilidad para integrar la informática con las demás áreas del currículo. En: Revista Virtual Universidad Católica de Norte. [En línea]. Vol. 19 (2009). [Consultado 9 abril de 2015]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194220467007>.

McCABE, Warren. Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. Cuarta edición. Carolina Del Norte. McGrawHill. 1998. P 797-820.

OCÓN Y TOJO. Problemas de ingeniería química: Operaciones básicas. Tomo I. Santiago de Compostela. Editorial Aguilar.

SANCHEZ, Elena. Las TIC como medio de investigación y evaluación en un estudio sobre estilos de vida [en línea]. Universidad de Málaga (2012) [Consultado en 12 de abril de 2015]. Disponible en http://gtea.uma.es/congresos/CDROM/comunicaciones/carpeta1/Comunicacion_SanchezVega_Elena-1.pdf.

STANDFORD III, Herbert. HVAC Water Chillers and cooling towers: Fundamentals, application, and operation. Carolina del Norte. Marcel Dekker, Inc. 2003. p 115-250.

TREYBAL, Robert E. Operaciones de transferencia de masa. Segunda edición. Rhode Island. McGrawHill. p 247-296.

ANEXOS

ANEXO A. Metodología para desarrollo de software educativo enfocado al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Autor	Denominación de la metodología	Etapas
Álvaro Galvis Panqueva	Metodología para el desarrollo de materiales educativos computarizados	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de necesidades educativas 2. Selección o planeación del desarrollo de MEC 3. Ciclos para la selección o desarrollo del MEC 4. Diseño de MEC 5. Entorno para el diseño de MEC 6. Entorno del diseño 7. Diseño educativo del MEC 8. Desarrollo de MEC 9. Prueba piloto de MEC 10. Prueba de campo de MEC
Ovalle y Padilla	Para el desarrollo de un software educativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis y estudio de factibilidad del proyecto 2. Diseño y esquematización pedagógica de la aplicación 3. Desarrollo y programación 4. Distribución
Bertha López. Gustavo Peláez. Maria Abud	Metodología para el desarrollo de software educativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar la necesidad de un software educativo 2. Formación del equipo de trabajo 3. Análisis y delimitación del tema 4. Definición de usuario 5. Estructuración del contenido 6. Elección del tipo de software para desarrollar 7. Diseño de interfaces 8. Definición de las estructuras de evaluación 9. Elección del ambiente de desarrollo 10. Creación de una versión inicial 11. Prueba de campo 12. Mercadotecnia 13. Entrega del producto final

Fuente: LEGUIZAMÓN, Op. cit.

ANEXO B. Contenido de los capítulos del MEC humidificación.

- **B.1.** Contenido del capítulo uno del MEC humidificación.

- 1.1 Gas ideal.**
 - 1.1.1 Ley de Charles y Gay Lussac.**
 - 1.1.2 Mezcla de gases ideales.**
- 1.2 Saturación.**
 - 1.2.1 Gas saturado.**
 - 1.2.2 Saturación absoluta.**
 - 1.2.3 Saturación relativa.**
 - 1.2.4 Saturación porcentual.**
- 1.3 Volumen húmedo.**
- 1.4 Calor húmedo.**
- 1.5 Entalpia.**
- 1.6 Punto de rocío.**

- **B.2.** Contenido del capítulo dos del MEC humidificación.

2.1 Ecuación general de balance de energía.

2.2 Principios de los balances de masa y energía.

2.3 Principios de transferencia de contacto directo.

2.4 Analogías de transferencia de masa y energía.

2.5 Unidades de transferencia.

2.6 Relación del número de Lewis.

- **B.3.** Contenido del capítulo tres del MEC humidificación.

3.1 Equilibrio entre fases.

3.2 Temperatura de saturación adiabática.

3.3 Temperatura de bulbo húmedo.

3.4 Carta psicométrica.

- **B.4.** Contenido del capítulo 4 del MEC humidificación.

4.1 Operaciones adiabáticas.

4.1.1 Relaciones fundamentales

4.1.2 Enfriamiento de agua con aire.

4.1.3 Deshumidificación del aire.

4.1.4 Humidificación o enfriamiento de un gas.

4.1.5 Métodos generales.

4.2 Operaciones no adiabáticas.

4.2.1 Enfriamiento por evaporación.

- **B.5.** Contenido del capítulo 5 del MEc humidificación.

5.1 Basado en el método de transferencia de calor.

5.1.1 Torre seca.

5.1.2 Torre húmeda.

5.2 Basado en el tiro de la corriente de aire.

5.2.1 Atmosférica.

5.2.2 Tiro natural.

5.2.3 Tiro mecánico.

5.2.3.1 Tiro forzado.

5.2.3.2 Tiro inducido.

5.2.4 Basado en el patrón de flujo de aire.

5.2.4.1 Contracorriente.

5.2.4.2 Flujo cruzado.

- **B.6.** Contenido del capítulo 6 del MEC humidificación.

6.1 Relleno.

6.2 Eliminadores de rocío.

6.3 Sistema de distribución de agua.

6.3.1 Sistemas de distribución de agua por gravedad.

6.3.2 Sistemas de distribución de agua a presión.

6.4 Ventiladores.

6.4.1 Ventiladores axiales.

6.4.2 Ventiladores centrífugos.

6.5 Tanque de almacenamiento de agua.

ANEXO C. Evaluación experta del MEC humidificación del componente teórico.

- Evaluación experta del componente teórico



EVALUACIÓN EXPERTA DEL MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO PARA EL APRENDIZAJE DEL PROCESO DE HUMIFICACIÓN

FECHA DE EVALUACIÓN: 18 de Julio del 2015

INFORMACIÓN DEL EVALUADOR:

Nombre completo: Crisóstomo Barajas Ferreira
Profesión: Ing. Químico M.Sc.
Entidad donde labora: Universidad Industrial de Santander
Cargo que desempeña: Docente planta de operaciones unitarias 1
Teléfono celular: 316-3827- 899
Correo electrónico: crisostomo.barajas@correo.uis.edu.co

COMPONENTE A EVALUAR: Contenido teórico

VALORACIÓN:

El contenido teórico es suficiente y está organizado de manera coherente, la información es bastante clara y sigue un orden lógico que facilita que los estudiantes puedan hacer la transición de un capítulo a otro con todos los conocimientos necesarios para entenderlos y aplicarlo. El MEC proporciona un ambiente adecuado para el tipo de aprendizaje que se trabaja a lo largo del contenido de la página. La información que se incluyó posterior a la evaluación del docente se agregó dentro de los enlaces de interés y no dentro del contenido obligatorio del MEC

ANEXO D. Evaluación experta del MEC humidificación del diseño gráfico y didáctico.

- Evaluación experta del componente diseño gráfico.



**EVALUACIÓN EXPERTA DEL MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO
PARA EL APRENDIZAJE DEL PROCESO DE HUMIFICACIÓN**

FECHA DE EVALUACIÓN: 22 de Julio del 2015

INFORMACIÓN DEL EVALUADOR:

Nombre completo: María Alejandra Gómez Serna

Profesión: Diseñadora gráfica

Entidad donde labora: Independiente

Cargo que desempeña: N.A

Teléfono celular: 316-4952- 102

Correo electrónico: alejandra.gomezs@gmail.com

COMPONENTE A EVALUAR: Diseño gráfico y didáctico

VALORACIÓN:

Aplicación con estructura de diagrama práctica, ágil y fluida; su composición gráfica es agradable en el manejo tipográfico base visual de fotografías; el manejo es sólido y armónico. El diseño de los botones y marcos de la interfase es dinámico y preciso. La presentación de la interfaz con el usuario no está sobresaturada, tanto los colores como la tipografía son adecuados para el material educativo.

ANEXO E. Evaluación experta del MEC humidificación del componente de funcionalidad.

- Evaluación experta del componente diseño gráfico.



**EVALUACIÓN EXPERTA DEL MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO
PARA EL APRENDIZAJE DEL PROCESO DE HUMIFICACIÓN**

FECHA DE EVALUACIÓN: 21 de Julio del 2015

INFORMACIÓN DEL EVALUADOR:

Nombre completo: Ernesto Torres Ochoa
Profesión: Ingeniero de sistemas, especialidad en
diseño web
Entidad donde labora: AmericaMc
Cargo que desempeña: Diseñador web
Teléfono celular: contact@scensolutions.com
Correo electrónico: (+52) 383-5184-563

COMPONENTE A EVALUAR: Componente de funcionalidad

VALORACIÓN:

En cuanto a la funcionalidad de la página, la navegabilidad del MEC es buena, la estructuración de la página es fluida lo que permite que el usuario no se confunda con la navegación dentro de la misma, está estructurada de tal manera que el usuario pueda ingresar al contenido que desea en la menor cantidad de clic posibles, los botones adecuados al material cumplen a cabalidad con su objetivo y facilitan la navegación dentro del MEC.

ANEXO F. Descarga, elementos principales y vista de la interfaz del MEC humidificación.

MEC HUMIDIFICACIÓN se puede descargar y explorar en un computador portátil o escritorio por medio del siguiente enlace:

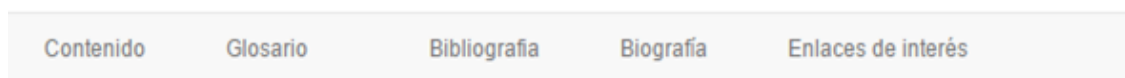
- <https://drive.google.com/folderview?id=0B0jbg8fyDBtNI9rTENEVGpObmc&usp=sharing>
- **J.1.** Banner de identificación el cual incluye el logo de la Universidad Industrial de Santander y el logo del MEC HUMIDIFICACIÓN



- **J.2.** Barra de navegación principal del MEC HUMIDIFICACIÓN



- **J.3.** Barra de navegación secundaria del MEC HUMIDIFICACIÓN



- **J.4.** Vista de la página principal del MEC HUMIDIFICACIÓN



- **J.5. Vista de la página capítulos del MEC HUMIDIFICACIÓN**

The image shows a web interface for the MEC HUMIDIFICACIÓN course. At the top left, there are logos for Universidad Industrial de Santander and Escuela de Ingeniería Química. At the top right is the MEC HUMIDIFICACIÓN logo. Below these are navigation menus. The first menu has 'Página principal', 'Capítulos', 'Guía de usuario', and 'Información'. The second menu has 'Contenido', 'Glosario', 'Bibliografía', 'Biografía', and 'Enlaces de interés'. The main content area features six circular buttons labeled 'CAPITULO 1' through 'CAPITULO 6' in various colors (blue, purple, green, red, orange, olive). Below these is a green rectangular button labeled 'Ejercicios'.

- **J.6.** Vista de sección de una página del contenido MEC HUMIDIFICACIÓN



Universidad Industrial de Santander



Escuela de Ingeniería Química



MEC HUMIDIFICACIÓN

Página principal
Capítulos
Guía de usuario
Información

Contenido
Glosario
Bibliografía
Biografía
Enlaces de interés

CAPÍTULO 1: CONCEPTOS BASICOS

1.1 Gas ideal.
1.1.1 Ley de Charles y Gay Lussac.
1.1.2 Mezcla de gases ideales.
1.2 Saturación.
1.2.1 Gas saturado.
1.2.2 Saturación absoluta.
1.2.3 Saturación relativa.
1.2.4 Saturación porcentual.
1.3 Volumen húmedo.
1.4 Calor húmedo.
1.5 Entalpia.
1.6 Punto de rocío

CAPÍTULO 2: PRINCIPIOS BASICOS DE TRANFERENCIA DE MASA Y ENERGÍA

2.1 Ecuación general de balance de energía.
2.2 Principios de los balances de masa y energía.
2.3 Principios de transferencia de contacto directo.
2.4 Analogías de transferencia de masa y energía
2.5 Unidades de transferencia
2.6 Relación del número de Lewis.

CAPÍTULO 3: EL SISTEMA AIRE- VAPOR DE AGUA

3.1 Equilibrio entre fases.
3.2 Temperatura de saturación adiabática.
3.3 Temperatura de bulbo húmedo.
3.4 Grados de libertad.

CAPÍTULO 4: OPERACIONES GAS-LÍQUIDO

4.1 Operaciones adiabáticas.
4.1.1 Enfriamiento de un líquido.
4.1.2 Enfriamiento de un gas caliente.
4.1.3 Humidificación de un gas.
4.1.4 Deshumidificación de un gas.
4.2 Operaciones no adiabáticas.
4.2.1 Deshumidificación de un gas.
4.2.2 Enfriamiento por evaporación.

- **J.7.** Vista de sección de uno de los capítulos del MEC DE HUMIDIFICACIÓN



Universidad Industrial de Santander



Escuela de Ingeniería Química



MEC HUMIDIFICACIÓN

Página principal
Capítulos
Guía de usuario
Información

Contenido
Glosario
Bibliografía
Biografía
Enlaces de interés

CAPITULO 2: PRINCIPIOS BASICOS DE TRANSFERENCIA DE MASA Y ENERGIA

2.1 ECUACIÓN GENERAL DE BALANCE DE ENERGÍA

Existen tres mecanismos por los cuales se puede dar la transferencia de calor, conducción, convección y radiación. La conducción es la única manera en la cual el calor puede ser transferido a través de sólidos; juega un papel limitado en los líquidos y no es aplicable a los gases. La convección ocurre porque los fluidos más calientes (y por lo tanto más densos) suben y establecen la circulación; es el principal método de transferencia de calor entre fluidos. La transferencia de calor por radiación se ve críticamente afectada por la diferencia de temperatura entre la fuente de radiación y el cuerpo recibiendo; la energía transferida por radiación viaja desde la fuente hasta el receptor directamente.



Figura 2-1 Transferencia de calor en una gota de agua

2.2 PRINCIPIOS DE LOS BALANCES DE MASA Y ENERGIA

En la ingeniería es común resolver los problemas usando la técnica de la caja negra. Es decir, que cualquier sistema o equipo que esté operando en condiciones de estado estable puede ser representado por una caja con corrientes de entrada y salida que consisten en los flujos de masa y/o energía.



Figura 2-2 Representación de un proceso con el método de la caja negra

- **J.8.** Vista de sección de una página glosario del MEC HUMIDIFICACIÓN

GLOSARIO

A

Agua de arrastre

Gotas de agua arrastradas que se escapan de la torre con el aire de salida.

C

Calor latente de vaporización

El calor requerido para pasar un líquido a vapor sin que ocurra un cambio de temperatura o presión

Calor sensible

El calor requerido para cambiar la temperatura del agua o del aire.

Celda

Una unidad consistente de un sistema de distribución, equipo mecánico y paredes de partición. Una sola torre puede tener varias celdas independientes. Una celda puede dejar de funcionar de manera individual sin afectar las demás celdas que conformen la torre, así como varias celdas pueden funcionar a una capacidad parcial.

Concentración

Ciclos de comparación de la concentración de sólidos disueltos en el agua de repuesto y la concentración de sólidos disueltos en el agua de circulación.

Condiciones de diseño

Parámetros térmicos para los cuales se compra la torre. Consisten en un flujo de entrada de agua (gpm) a una temperatura específica, enfriando en un rango dado y dejando la torre a la temperatura requerida.

Contracorriente

Un sistema en el cual el aire entra en contacto con el agua caliente en un ángulo de 180°. El aire entra cerca de la base de la torre y se mueve hacia arriba a través del relleno y el agua que cae.

E

Eliminador de rocío

Deflector que causa la descarga de las gotas de agua que lleva consigo el aire caliente el cual sale de la torre. Al cambiar la dirección del deflector drásticamente en ocasiones, las gotas golpean la superficie y caen de nuevo en la torre.

Entalpía

Contenido total de calor. La suma del calor sensible del aire, el vapor de agua y del calor latente de vaporización.

- **J.9. Vista de la página bibliografía del MEC HUMIDIFICACIÓN**



[BENITEZ, Jaime. Principles and Modern Applications of Mass Transfer Operations. 2nd Edition](#)

[DREYER and ERENS. Modeling of a cooling tower splash pack](#)

[GEANKOPLIS. Procesos de transporte y operaciones unitarias. 3ra Edición](#)

[HENSLEY, John. Cooling towers fundamentals. 2da edición](#)

[HILL, PRING and OSBORN. Cooling Towers. Principles and Practice](#)

[KERN, Donald. Procesos de transferencia de calor](#)

[KROGER, Detlev. Air cooled Heat Exchangers AndCooling towers. VOL 2](#)

[MALDONADO, Jose G. Diseño y funcionamiento de las torres de enfriamiento en plantas de procesos](#)

[McCABE, Warren. Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. 4ta edición](#)

[MULYANDASARI, Viska. Enginnering design guidelines - Cooling Towers - Rev01](#)

[OCON y TOJO. Problemas de ingeniería química. Tomo I](#)


[OCON y TOJO. Problemas de ingeniería química. TomoII](#)

- **J.10.** Vista de la página de enlaces de interés del MEC HUMIDIFICACIÓN


The screenshot shows the website for MEC HUMIDIFICACIÓN. At the top left, there are logos for 'Universidad Industrial de Santander' and 'Escuela de Ingeniería Química'. At the top right is the 'MEC HUMIDIFICACIÓN' logo. Below these are navigation menus: a dark bar with 'Página principal', 'Capítulos', 'Guía de usuario', and 'Información'; and a light bar with 'Contenido', 'Glosario', 'Bibliografía', 'Biografía', and 'Enlaces de interés'. The main content area features a banner with the text 'ENLACES DE INTERES' over a blue-tinted image of molecular structures. Below the banner is a list of links:

- Biografía de Lewis
- Comparison of multi-inlet and serpentine channel design on water production of PEMFCs
- Diseño operacional de una torre de enfriamiento adiabática de agua de tiro mecánico inducido contracorriente a escala de laboratorio
- Estimation of humidification load from humidifier column by convective heat transfer in water-air-vapour system
- Humidification dehumidification desalination process_ Design and performance evaluation
- Manual carta psicrométrica
- Numerical simulation of flow and heat transfer characteristics in Solar Enhanced Natural Draft Dry Cooling Tower
- Procesos continuos de humidificación
- Theoretical and experimental investigation of humidification process in supersaturated state
- TORRES DE ENFRIAMIENTO
- Wet cooling towers
- cu00e1culo de una torre de enfriamiento a partir de datos de campo comunes
- Determinación de la capacidad de la torre.


- **J.11.** Vista de sección de la página de biografías del MEC HUMIDIFICACIÓN



Universidad Industrial de Santander




Escuela de Ingeniería Química


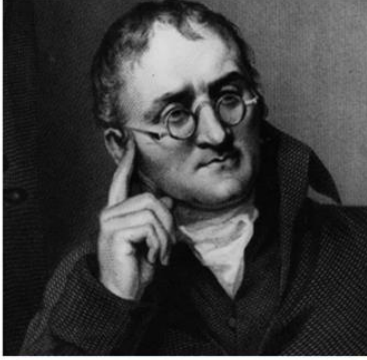


MEC HUMIDIFICACIÓN

Página principal Capítulos Guía de usuario Información

Contenido Glosario Bibliografía **Biografía** Enlaces de interés



JOSEPH LOUIS GAY-LUSSAC	JOHN DALTON
	
ORIGEN	ORIGEN
Saint – Léonard – de-Noblat, Francia	Eaglesfield, Cumberland (Reino Unido).
NACIMIENTO	NACIMIENTO
6 de Diciembre de 1778	6 de Septiembre de 1766.
FALLECIMIENTO	FALLECIMIENTO
9 de Mayo de 1850.	27 de Julio de 1844.
APORTES	APORTES
<p>En 1802 después de finalizar sus experimentos concluye y publica la Ley de Gay-Lussac, la cual consiste: "La presión de un volumen fijo de un gas, es directamente proporcional a su temperatura".</p> <p>En el año 1804 realizó una ascensión en</p>	<p>En el año de 1793, publicaría su primer libro, Observaciones y ensayos meteorológicos, donde mantiene la idea de que el aire no es una combinación química, sino una mezcla meramente física de gases.</p> <p>En el año de 1794, en su primer artículo</p>

- **J.12.** Vista de sección de una página ejercicios del MEC HUMIDIFICACIÓN



Escuela
de Ingeniería
Química



Página principal Capítulos Guía de usuario Información

Contenido Glosario Bibliografía Biografía Enlaces de interés

EJERCICIOS

Sistema para determinar los perfiles de temperatura y humedad absoluta.
Diagrama psicrometrico: Sistema Aire Vapor de Agua

- **J.13.** Vista de la herramienta de cálculo para una torre de enfriamiento

PROGRAMA PARA DETERMINAR LOS PERFILES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD ABSOLUTA EN UNA TORRE DE ENFRIAMIENTO AGUA-AIRE DE TIRO MECANICO A CONTRACORRIENTE

Ingrese la temperatura de entrada del agua en °C: *

Ingrese la temperatura de entrada del aire en °C: *

Ingrese el flujo de liquido en kg/h : *

Ingrese el flujo de gas en kg/h : *

Ingrese la Altura de la torre en m : *

Ingrese el Diametro de la Torre en m : *

Ingrese la humedad relativa del aire en kg(H₂O)/Kg(aire seco) : *

Digite el valor del coeficiente de transferencia de masa para el agua en w/m³°C si lo conoce
De lo contrario digite "0":
en cuyo caso se asume este valor igual a 18000 w/m³°C : *

- **J.14.** Vista de la herramienta de graficación de una carta psicrométrica

DIAGRAMA PSICROMÉTRICO SISTEMA AIRE-VAPOR DE AGUA

Ingrese la presión en pa: *