

**OBJETO DE APRENDIZAJE PARA LA ENSEÑANZA DE TRANSFERENCIA DE
MASA**

**AURA MARINA PORTELA ESTRADA
DIEGO ENRIQUE SANABRIA MONSALVE**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
BUCARAMANGA**

2009

**OBJETO DE APRENDIZAJE PARA LA ENSEÑANZA DE TRANSFERENCIA DE
MASA**

**AURA MARINA PORTELA ESTRADA
DIEGO ENRIQUE SANABRIA MONSALVE**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Químico

Director

CRISÓSTOMO BARAJAS FERREIRA

Ingeniero Químico MSc.

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
BUCARAMANGA**

2009

Cuando emprendemos un camino no sabemos realmente lo que encontraremos en él, y al principio sólo una idea vana recorre nuestra mente y probablemente sentimos miedo, soledad e incertidumbre; pero sólo si tomamos el riesgo y decidimos avanzar, podremos descubrir sus verdaderos altibajos, empezaremos a valorar lo que podemos ganar o perder y nos daremos cuenta que siempre encontraremos motivos, lugares y personas que llenan nuestra vida de paz, alegría y tranquilidad. Hoy, que culmino este largo pero gratificante camino, que dejó una huella indeleble en mi alma y mi ser, sólo me resta agradecer a Dios por su omnipotencia, a mis padres quienes con amor, comprensión y apoyo fueron forjadores, guías y luz en mi sendero, a mis hermanas por su ayuda y consejos, a Sofía una amiga que se convirtió en mi hermana y compañera de aventuras, sueños e ilusiones, a Diego mi gran compañero por brindarme su más leal y sincera amistad, a mis profesores por enseñarme más que números y fórmulas y a mis demás compañeros y amigos que lograron hacer de esta experiencia el recuerdo más maravilloso de mi vida

Aura M. Portela

*A Dios por permitirme lograr esta meta,
A mis padres por su apoyo incondicional y motivación,
A mi hermana por alimentar mi espíritu superación,
A mi familia por sus palabras de ánimo y
A todas las personas que confiaron y creyeron en mí*

Diego E. Sanabria

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 EDUCACIÓN	4
2.2 VIRTUAL	4
2.3 EDUCACION VIRTUAL	5
2.4 ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA VIRTUALIDAD	6
2.4.1 Definición de un modelo pedagógico.	6
2.4.2 Formas sistemáticas para crear ambientes de aprendizaje.	9
2.4.3 Disponibilidad de la tecnología apropiada.	10
2.4.4 Rol de los actores en el proceso educativo virtual.	12
2.5 MATERIALES EDUCATIVOS COMPUTARIZADOS (MEC)	14
2.6 DIFUSIÓN	19
2.6.1 Papel de la difusión en la transferencia de masa.	19
2.6.2 Ley de Fick.	20
2.6.3 Modelos de Transferencia de masa convectiva.	21
2.6.4 Definición del coeficiente de Transferencia de masa.	23
2.6.5 Transferencia de masa a través de interfases.	25
2.7 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN Y PAQUETES DE ANIMACIÓN	27
2.7.1 FLASH MX.	27
2.7.2 DREAMWEAVER MX.	28
2.7.3 FIREWORKS MX.	28
2.7.4 ACROBAT READER. .	29

3. METODOLOGIA UTILIZADA PARA EL DISEÑO DEL MEC	30
3.1 ANÁLISIS	30
3.1.1 Planteamiento del problema.	31
3.1.2 Presentación de la solución propuesta.	31
3.1.3 Análisis del Contenido.	32
3.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	33
3.2.1 Materiales Educativos Computarizados.	33
3.2.2 Modelos de Enseñanza – Aprendizaje.	34
3.2.3 Paquetes de Programación.	34
3.3 SELECCIÓN DEL ENFOQUE DEL MEC	34
3.3.1 Modelo de enseñanza.	35
3.3.2 Población objetivo.	35
3.4 SELECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	35
3.4.1 Revisión bibliográfica del contenido teórico.	35
3.4.2 Aplicaciones Ley de Fick.	36
3.5 SELECCIÓN Y APRENDIZAJE DE LOS PAQUETES DE ANIMACIÓN Y EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PARA EL DISEÑO DEL MEC	36
3.6 DISEÑO DEL MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO	37
3.6.1 Adaptación de los contenidos teóricos de acuerdo al modelo de enseñanza – aprendizaje.	37
3.6.2 Realización de animaciones y ejemplos representativos que complementan los conceptos teóricos.	38
3.6.3 Diseño de la Interactividad entre el usuario y el MEC.	38
3.6.4 Creación del entorno visual.	38
3.7 VALIDACIÓN DEL MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO	41
3.7.1 Evaluación experta.	41
3.7.2 Evaluación por parte del usuario.	41
3.8 OPTIMIZACIÓN DEL MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO (MEC)	42
3.9 ELABORACIÓN DEL MANUAL DEL USUARIO	43

4. CONCLUSIONES	44
5. RECOMENDACIONES	45
6. BIBLIOGRAFÍA	47
ANEXOS	49

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema Cognoscitivo	7
Figura 2. Esquema del Conductismo	9
Figura 3. Estructura Conductista - Cognoscitiva	9
Figura 4. Ambiente de trabajo diseñado para el MEC	41

LISTA DE DIAGRAMAS

	Pág.
Diagrama 1. Materiales Educativos Computarizados (MEC)	16
Diagrama 2. Estructura básica de un Material Educativo Computacional (MEC)	17
Diagrama 3. Etapas de desarrollo para la elaboración del Material Educativo Computacional (MEC)	32

LISTA DE TABLAS Y ANEXOS

	Pág.
Tabla 1. Definiciones del Coeficiente de Transferencia de Masa.	24
ANEXO A. MANUAL DEL USUARIO	50

RESUMEN

TITULO: “OBJETO DE APRENDIZAJE PARA ENSEÑANZA DE TRANSFERENCIA DE MASA^{* **}”

AUTORES: Portela Estrada, Aura Marina; Sanabria Monsalve, Diego Enrique^{**}

PALABRAS CLAVES: MEC, MACROMEDIA MX, DIFUSIÓN, LEY DE FICK,

DESCRIPCIÓN:

La sociedad de hoy presenta retos a las universidades en relación con el desarrollo del país, entre ellos la introducción de métodos educativos innovadores que favorezcan en las personas el desarrollo de la autonomía, la creatividad, la capacidad de argumentación y del trabajo interdisciplinario y en equipo. Estos derroteros permiten afirmar que todos los esfuerzos y recursos que se inviertan para responder a la importante tarea de educar son pocos, dada la gran responsabilidad y necesidad apremiante que hay, en el orden universitario y nacional, de la formación de personas con mayor capacidad y deseo de transformación de su entorno mediante el desarrollo colectivo de proyectos orientados al bien común. Debido a esto se ha desarrollado un Material Educativo Computacional (MEC) para el aprendizaje de uno de los temas que se estudian en la asignatura Fenómenos de Transporte I en la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander, mediante el uso de un software muy útil para el desarrollo del mismo denominado Macromedia MX.

La herramienta busca motivar el aprendizaje autodirigido en el estudiante por medio de la construcción de su propio conocimiento en ésta área, interactuando con la información necesaria de acuerdo a sus características de aprendizaje, experiencias, ritmo e intereses. El libro electrónico interactivo está diseñado para ser consultado tanto por personas que no tienen conocimiento del tema, así como para quienes quieren profundizar acerca del mismo.

* Trabajo de Grado

** Facultad Ingenierías Físico-Químicas, Escuela de Ingeniería Química, Director. Crisóstomo Barajas

ABSTRACT

TITLE: "Learning objects to teach mass transfer"

AUTHORS: Portela Estrada, Aura Marina; Sanabria Monsalve, Diego Enrique **

KEY WORDS: MEC, Macromedia MX, Diffusion, FICK'S LAW,

DESCRIPTION:

Today's society presents challenges for universities in relation to the development of the country, including the introduction of innovative educational methods that support people in the development of autonomy, creativity, reasoning ability and interdisciplinary work and team. These courses can be said that all efforts and resources to be invested in responding to the important task of educating are few, given the great responsibility and there is urgent need in the order and national university, the training of people with greater capacity and desire to transform their environment by development projects in the collective good. Because of this material has developed an Educational Computer Material (MEC) to apprenticeship one of the subjects examined in the course of Transport Phenomena I in the School of Chemical Engineering from the Universidad Industrial de Santander, using software very useful for the development of the so-called Macromedia MX.

The tool looks for self-directed learning in motivating students by building their own knowledge in this area by interacting with the necessary information according to their learning experience, pace and interests. The interactive electronic book is designed to be consulted by people who have no knowledge of the subject, and for those who want to deepen it.

* Degree Work

** Faculty of Engineerings Physicochemical, School of Chemical Engineering, Director Crisóstomo Barajas.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los retos principales, si no el más importante de todos, que debe abordar la Educación en nuestros días, se refiere a la responsabilidad que tiene frente al conocimiento y a la nueva manera de concebirlo fruto de las transformaciones de la sociedad y la cultura. Es así como la educación virtual, surge como una necesidad de los tiempos modernos, donde el estudiante debe capacitarse en forma permanente, para lo cual requiere aprender a regular su propio aprendizaje conciliando su tiempo de trabajo, de estudio, de socialización, de diversión y recreación, así como seleccionando por sí mismo las temáticas e información de su interés, de acuerdo con su propia necesidad, utilizando los diferentes medios de autoinstrucción y comunicación que ofrece el mundo moderno.

Hoy es un tópico aceptado el que la tecnología es necesaria en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Se habla además de un tipo específico de tecnología, ligada a los computadores (más que al vídeo por ejemplo), orientada al fortalecimiento de la acción no presencial (más que el uso de sistemas ligados al aula) y que puede resumirse en el concepto de campus virtual.

La aplicación de las actuales Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) a la educación superior puede contribuir, si se utilizan de manera adecuada, a dar una respuesta gradual a la cobertura de la enseñanza-aprendizaje sin que la distancia y el tiempo sean un inconveniente en la formación de la sociedad humana [Mansur, A., 2000]. Concretando, la Enseñanza virtual consiste en la fusión de las TIC aplicadas en el área de la educación, haciendo posible la creación de entornos de formación que combinen diferentes técnicas de enseñanza-aprendizaje.

El desarrollo de un software educativo implica el estudio, integración, e implementación de varias metodologías cumpliendo cada una un papel de vital

importancia en las áreas técnica y educativa ya que si no tuviera en cuenta alguna de dichas metodologías se obtendría un como resultado un producto con un enfoque equívoco cuya finalidad se limitaría a uno de estos dos factores, es por ello que se optó por desarrollar un software que permitiera el aprendizaje de la Ley de Fick a través de la Transferencia de Masa por medio de la exploración y construcción de conceptos denominado Material Educativo Computacional (MEC).

Este proyecto presenta una caracterización básica de la enseñanza virtual, mediante el desarrollo de un material educativo computacional (MEC), el cual es visto como una oportunidad estratégica para brindar esta modalidad educativa con las condiciones de calidad requeridas. Sus conceptualizaciones claras sobre la educación virtual, darán una visión global y concreta sobre los modelos pedagógicos, las ayudas didácticas, la estructuración de contenidos y las formas de comunicación que se utilizaron para dar a conocer este material educativo a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Química.

La validación social del modelo de educación virtual, depende de la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje, el cual se refleja en la incorporación de nuevos modelos pedagógicos de conducir el aula de clase que se convertirá en un campo abierto al conocimiento sin fronteras.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

El principal objetivo de este proyecto es crear un modelo de Enseñanza Virtual, expresado en un Material Educativo Computacional (MEC), para su implementación en la Universidad Industrial de Santander. El análisis, diseño y aplicación del modelo se hace necesario para evaluar la funcionalidad en cualquier proyecto de innovación docente propuesto en ésta universidad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir un estado de la cuestión sobre la Enseñanza Virtual; inicios, elementos, medios, aplicaciones, teorías de aprendizaje, tecnologías utilizadas para potenciar su diseño y aplicación de Entornos Virtuales de Aprendizaje.
- Diseñar una metodología de cambio de enseñanza/aprendizaje virtual para resolver las necesidades de formación en esta Universidad.
- Diseñar una aplicación tecnológica acorde a la metodología de Enseñanza Virtual propuesta a través de la experiencia real en un curso virtual.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 EDUCACIÓN

Se entiende la Educación como una acción, no como un suceso. En este sentido, la Educación está mediada por la conciencia y la voluntad de quienes en ella intervienen: maestros y estudiantes. Lo que determina que exista educación es que sus protagonistas saben lo que hacen y desean hacerlo. Contrario a lo que algunos pedagogos sugieren, lo anterior significa que lo educativo es, necesariamente, deseado, planeado, investigado... La Educación no se da por azar. La Educación consiste en la influencia que un sujeto recibe desde el exterior. Esa influencia, que viene dada en términos de tutela y que se establece en la relación maestro-discípulo, tiene por finalidad permitir que el estudiante haga sus propias elaboraciones a partir de las opciones que el maestro presenta y se vaya tornando cada vez más autónomo. La relación maestro-discípulo se caracteriza por ser asimétrica: es una relación de desigualdad. En ella el maestro lleva ventaja sobre el discípulo en aquello en lo que es maestro. La desigualdad indica que en tal relación una de las partes es más que otra. Si bien en cuanto a la dignidad humana hay igualdad, en lo que se refiere al objeto de estudio, la desigualdad es marcada: hay una persona que lo domina y otra que no. En tal relación asimétrica una de las partes, el maestro, busca que la otra parte, el estudiante, logre crecientes niveles de autonomía. El proceso educativo tiene sentido en tanto se da el paso de la heteronomía a la autonomía; en eso consiste el trayecto de la formación.

2.2 VIRTUAL

Como adjetivo el término virtual hace referencia a lo que puede producir un efecto, aunque no lo produce de presente. Desde la Física, la expresión virtual tiene que ver con algo simulado. En términos generales se podría decir que hay realidad sensible y realidad virtual. La primera tiene que ver con todo aquello que puede

ser aprehendido mediante el uso de los sentidos; la segunda hace referencia a lo que no es objeto de aprehensión sensible pero que parece que lo fuera. En esta perspectiva pedagógica que se está presentando, el término se utiliza desde las categorías de la Física, no en su forma adjetivada.

La realidad virtual, entonces, es una simulación de la realidad sensible: una realidad en la cual el cuerpo, el tiempo y el espacio son una ficción; no existen sensiblemente, parece que existieran. Y se puede decir que la perfección que se ha ido logrando en dicha simulación ha hecho que cada vez más sea difícil distinguir la realidad sensorial de la realidad artificial; lo sensible de lo ficticio, el espacio del ciberespacio.

2.3 EDUCACION VIRTUAL

La definición de educación virtual no varía mucho en relación con la definición de educación presencial, dado que la única diferencia se da en los medios empleados para establecer la comunicación entre los actores del proceso educativo. Este elemento que diferencia a la educación tradicional presencial de la virtual, le otorga algunas características que para una gran parte del potencial mercado educativo pueden ser muy benéficas, tales como la flexibilidad en el manejo del tiempo y el espacio. Esta concepción de la educación virtual como una modalidad de educación a distancia de tercera generación permite que el acto educativo se dé, haciendo uso de nuevos métodos, técnicas, estrategias y medios, en una situación en la que alumnos y profesores se encuentran separados físicamente y sólo se relacionan de manera presencial ocasionalmente.

La educación virtual es una mirada que resulta como alternativa para un mundo que genera una visión del entorno económico, social y político; de las relaciones pedagógicas y de las tecnologías de la información y la comunicación. Dicha mirada plantea unas exigencias concretas a la labor educativa. Así, la educación

virtual no es simplemente una singular manera de hacer llegar la información a lugares distantes y muchísimas personas, sino que es toda una perspectiva pedagógica. Al hablar de perspectiva pedagógica hacemos referencia a una manera particular de abordar el fenómeno educativo. Ella asume todos los temas referidos a la acción de educar. Como existen diversas maneras de responder a los problemas de la educación, se dice que existen múltiples perspectivas pedagógicas; la educación virtual es, tal vez, la más novedosa de todas ellas.

2.4 ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA VIRTUALIDAD

La educación virtual puede concebirse entonces como una nueva modalidad de impartir educación, que hace uso de las tecnologías de la información y la comunicación, que no es ni mejor, ni peor que la modalidad presencial, simplemente diferente. Quienes en el pasado basaron la comprensión de la modalidad de educación virtual en la modalidad de educación presencial, tuvieron múltiples dificultades al intentar aplicar los diferentes elementos que constituyen la presencialidad a la virtualidad. Por esta razón, es conveniente al hacer un análisis detallado de la educación virtual, comprender los principales elementos que la conforman:

2.4.1 Definición de un modelo pedagógico. El primer elemento al que se debe referir cuando se habla de los elementos que constituyen un modelo educativo virtual, es su *fundamento pedagógico*. La forma como las TIC's (Tecnologías de la información y la comunicación) configuran la relación entre los diferentes actores del proceso educativo, incrementan la necesidad de realizar una conceptualización rigurosa en cuanto al modelo pedagógico que pudiese y debiese ser utilizado en esta modalidad educativa. La construcción de programas virtuales no está dada únicamente por los aspectos tecnológicos, como muchos han creído. Debe existir de fondo una profunda reflexión pedagógica, que soporte y brinde intencionalidad a todas aquellas actividades que se propongan dentro de un programa.

2.4.1.1 Teorías de Aprendizaje. Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación ofrecen diversidad de medios y recursos para apoyar la enseñanza; sin embargo no es la tecnología disponible el factor que debe determinar los modelos, procedimientos, o estrategias didácticas. La creación de ambientes virtuales de aprendizaje debe inspirarse en las mejores teorías de la psicología educativa y de la pedagogía.

2.4.1.1.1 Teoría Cognoscitiva. Afirma que gran parte del aprendizaje está dado gracias al desarrollo de mapas conceptuales y a la activación de mapas mentales previamente elaborados. Lo anterior obliga al docente virtual a utilizar medios que aumenten la capacidad de integrar nuevo conocimiento a esquemas previamente definidos por el estudiante. Es así como la utilización de ejemplos que ilustran conceptos y los ejercicios de simulación de la realidad, no solo cumplen con esa premisa sino que poseen un efecto motivador sobre la capacidad de aprendizaje del estudiante.

❖ **Conceptos básicos de Gestalt**

Esta teoría está basada en la influencia que tiene la percepción sensorial en el aprendizaje. Utiliza la ventaja que ofrecen algunas características visuales que mejoran la comprensión del tema, tales como: el contraste, la simetría, la intensidad del estímulo, la proximidad y la sencillez. Estos



Figura 1. Esquema Cognoscitivo¹

¹ GALVIS, P. Alvaro H. Ingeniería de Software Educativo. Universidad de los Andes. Santafé de Bogotá. Colombia, 1992. Pág. 109

elementos permiten configurar los contenidos de una manera agradable a la visual del estudiante, dándose un efecto directo sobre el aprendizaje.

❖ **Conceptos básicos de Ausbel**

David P. Ausbel, teórico del aprendizaje cognoscitivo, describe dos tipos de aprendizaje:

- i) Aprendizaje repetitivo (por repetición): Implica la sola memorización de la información a aprender, ya que la relación de ésta con aquélla presente en la estructura cognoscitiva se lleva a cabo de manera arbitraria.
- ii) Aprendizaje significativo (por descubrimiento): La información es comprendida por el alumno y se dice que hay una relación sustancial entre la nueva información y aquella presente en la estructura cognoscitiva.

2.4.1.1.2 Teoría Constructivista

El aprendizaje se da en la medida que el estudiante participe activamente en su proceso educativo. Esta participación debe ser fomentada en la educación virtual, ya que la necesidad del estudiante de interactuar con sus docentes y compañeros es una de las características más importantes que definirán el logro de un aprendizaje significativo. La formulación de problemas para su discusión en grupo exige del estudiante desarrollar capacidad de análisis y de crítica.

2.4.1.1.3 Teoría Conductista

El conductismo es una corriente psicológica que defiende el empleo de procedimientos estrictamente experimentales para estudiar el comportamiento observable (la conducta), considerando el entorno como un conjunto de estímulos y respuestas. El enfoque conductista en psicología tiene sus raíces en el asociacionismo (en psicología, teoría según la cual la mente aprende a partir de la combinación de elementos simples e irreductibles a través de la asociación). Los elementos simples irreductibles asociados se denominaron

desde ese momento estímulos y respuestas. Un estímulo puede estar asociado a una respuesta concreta o a otro estímulo, y una respuesta a otra; asimismo, una combinación dada (estímulo-respuesta) puede estar asociada a otra.

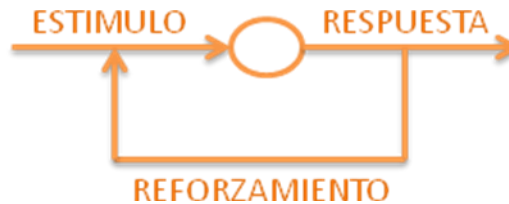


Figura 2. Esquema del Conductismo²

2.4.1.1.4 Teoría Conductista-Cognoscitiva

Éste es un proceso de cambio en las capacidades del individuo, el cual produce estados persistentes y es diferente de la maduración o desarrollo orgánico. Se infiere que ha ocurrido cuando hay un cambio en la conducta que perdura. El aprendizaje se produce usualmente mediante interacción del individuo con su entorno (físico, social, psicológico...)



Figura 3. Estructura Conductista - Cognoscitiva³

2.4.2 Formas sistemáticas para crear ambientes de aprendizaje.

² GALVIS, P. Alvaro H. Ingeniería de Software Educativo. Universidad de los Andes. Santafé de Bogotá. Colombia, 1992. Pág. 109

³ GALVIS, P. Alvaro H. Ingeniería de Software Educativo. Universidad de los Andes. Santafé de Bogotá. Colombia, 1992. Pág. 109

2.4.2.1 Enfoque educativo algorítmico. El enfoque algorítmico tiene el mérito de dar estructura y precisión a lo que de otra forma podría ser un proceso confuso y de capturar esa precisión modo que sea reproducible. El alumno, bajo este enfoque, tiene como misión asimilar al máximo las enseñanzas de su maestro, convirtiéndose en depositario de sus conocimientos y modelos de pensamiento. Estos modelos, la forma de pensar y la información que la sustenta, son el objeto de conocimiento que el profesor trata de transmitir a través de los diversos medios y materiales de enseñanza. Puede decirse que bajo este enfoque se da una educación “controlada por diseñador”. El decide para qué y qué enseñar, diagnostica o lanza hipótesis a partir de las cuales, establece el cómo y el hasta dónde y con qué nivel. El estudiante debe tratar de aprender al máximo lo que enseña el profesor, siendo éste y los materiales que se valen, las fuentes del conocimiento. Este ya suele estar elaborado, no hay que descubrirlo, se trata de asimilarlo.

2.4.2.2 Enfoque educativo heurístico. Este enfoque comprende el desarrollo de habilidades, procedimientos y procesos que nos ofrecen una probabilidad razonable para solucionar un problema mediante el discernimiento. Está orientado a la generación de conocimientos, técnicas, recursos y acciones creativas e innovadoras sistematizadas, proyectadas hacia la aportación de los avances científicos, tecnológicos y artísticos, para hacer frente a las cambiantes demandas del entorno laboral, social y cultural. El aprendizaje se produce por discernimiento repentino a partir de situaciones experimentales y conjeturales, por descubrimiento de aquello que interesa aprender, no mediante transmisión de conocimientos.

2.4.3 Disponibilidad de la tecnología apropiada. No sería lógico en una modalidad educativa basada en el uso de las TIC`s, no cerciorarse con anterioridad sobre cuáles deberían ser los requerimientos básicos necesarios para que el proceso educativo se dé sin dificultades; tal como sucedería en la

educación presencial, si no se tuvieran previstos aspectos, tales como: la disponibilidad de aulas confortables, ayudas audiovisuales, recursos bibliográficos y didácticos. ç

Por ejemplo, no sería pertinente dirigir un programa educativo virtual a una población de estudiantes que no disponen de acceso a Internet o que no poseen el computador apropiado para el manejo de las diferentes opciones educativas que ofrece la virtualidad. Por esta razón un paso previo a la construcción y oferta de programas educativos virtuales, lo constituye la definición de este elemento: ¿Cuál debe ser la tecnología bajo la cual tanto alumnos como profesor interactuarán en esta modalidad educativa? En este sentido, deben explorarse dos áreas: La tecnología tipo Hardware y la tecnología tipo Software (Tecnologías llamadas Dura y Blanda respectivamente).

Infraestructura en Hardware: Para la implementación de la educación virtual en una institución educativa, debe disponerse de un número adecuado de computadores con las especificaciones técnicas idóneas que garanticen el buen funcionamiento de los recursos virtuales.

Infraestructura en Software: El término software hace referencia a los programas informáticos que se requieren para llevar a cabo todos los procesos que requiere el montaje de un curso o programa virtual. Estos programas pueden dividirse en dos grandes grupos: el software denominado *“Plataforma para educación virtual”*, que constituye el armazón o esqueleto sobre el cual irán montados los contenidos de un programa y el cual además, proveerá la posibilidad de interacción entre los actores del proceso educativo. El otro grupo de tecnología tipo software del cual debe disponerse está constituido por múltiples programas informáticos que permiten las siguientes funciones entre otras: procesamiento de textos, almacenamiento de información en diferentes formatos, captura y edición de material audiovisual, creación de animaciones,

creación de elementos de diseño y elaboración de páginas Web. Es en este segundo grupo de tecnologías tipo software donde la institución debe centrar los esfuerzos de capacitación de sus docentes, pues son ellos quienes finalmente realizarán y acondicionarán los contenidos de cada programa al modelo pedagógico definido.

2.4.4 Rol de los actores en el proceso educativo virtual. Finalmente, dentro de los elementos y conceptos que hacen parte de la educación virtual, se encuentran los actores del proceso educativo. Se debe recordar que en cada una de las etapas que hacen parte de la planeación académica de un programa educativo son los docentes y los estudiantes el centro del proceso, pues en ocasiones puede desviarse la atención hacia los medios y no hacia lo realmente importante que es en últimas el aprendizaje de los estudiantes. Algunos elementos que definen el perfil y el rol que tanto profesor como estudiante adoptan al participar en un programa de educación virtual:

❖ **Rol del Profesor en la Educación Virtual:** Al igual que sucede en la presencialidad, el profesor debe realizar aquellas actividades que exige una buena planeación académica, tales como: definición de objetivos, preparación de los contenidos, selección de una metodología apropiada, elaboración de material didáctico y elaboración de un plan de evaluación. Hasta aquí, las tareas del profesor en la virtualidad no difieren en absoluto del profesor presencial. Sin embargo, cuando el medio disponible para la interacción profesor – alumno son las TIC’s, que no permiten una interacción física, el profesor debe desarrollar además, nuevas habilidades, tales como:

- Capacidad de interactuar con diseñadores gráficos y programadores de sistemas que apoyarán el montaje y rodaje del curso.
- Conocimientos y habilidades en el manejo de las TIC’s: Internet, correo electrónico, foros, chat, grupos de discusión y búsqueda de información en bases de datos electrónicas.

- Conocer y poner en práctica estrategias metodológicas que estimulen la participación de los estudiantes.
- Mantener una comunicación fluida y dinámica con los estudiantes a través de medios sincrónicos o asincrónicos de comunicación, entendiendo que gran parte del rol docente en el aprendizaje de los estudiantes, se da gracias a un buen acompañamiento y orientación del profesor.
- Conocer y emplear metodologías que propicien el trabajo colaborativo del grupo.

❖ **Rol del Estudiante en la Educación Virtual:** El estudiante que participa en un programa de educación virtual, también debe desarrollar ciertas habilidades especiales que le permitan sacar el máximo provecho de las estrategias educativas definidas por su profesor:

- Desarrollar con base en la motivación, un alto nivel de autonomía que le permita además de seguir las indicaciones del curso y obtener así el aprendizaje derivado de ellas, ir más allá a través de la búsqueda de nueva información y la elaboración de procesos avanzados de aprendizaje basados en el análisis, la síntesis y la experimentación.
- Al igual que el profesor, el estudiante debe tener habilidades y conocimientos suficientes en el manejo de las TIC's.
- Capacidad para relacionarse con sus compañeros para la elaboración de proyectos de trabajo colaborativo.
- Tener una alta disciplina en el manejo del tiempo para garantizar así el cumplimiento de los objetivos educativos propuestos y dar cumplimiento al cronograma definido por su profesor.

- Mantener una comunicación continua con su profesor y con sus compañeros a través de medios sincrónicos o asincrónicos de comunicación.

2.5 MATERIALES EDUCATIVOS COMPUTARIZADOS (MEC)

En el campo educativo suele denominarse software educativo a aquellos programas que permiten cumplir o apoyar funciones educativas. En esta categoría caen tanto los que apoyan la administración de procesos educacionales o de investigación como los que dan soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje mismo.

Los *Materiales Educativos Computarizados (MEC)* se definen como diversos tipos de aplicaciones computacionales encaminadas a apoyar el procesos de enseñanza-aprendizaje, que por medio de imágenes, sonidos y ejercicios dinámicos permiten que el alumno aumente su motivación, obtenga una retroalimentación inmediata, y realice simulaciones de situaciones que se presentan en la vida real. Estas herramientas rompen con la concepción tradicional de tiempo y espacio de la enseñanza presencial posibilitando la creación de aulas virtuales, donde el estudiante tiene un ritmo propio de aprendizaje que se ajusta a sus necesidades.

Un MEC es, ante todo, un ambiente informático que permite que la clase de alumno para el que se preparó el MEC viva el tipo de experiencias educativas que se consideran deseables para él frente a una necesidad educativa dada. Esto hace que la calidad de un MEC no sea algo absoluto, sino que depende de lo que se espera de él, dentro del contexto en el que se da la necesidad, así como de los recursos y limitaciones aplicables. En el diagrama No 1 se muestra la clasificación de los programas educativos a partir de diferentes criterios.

La Universidad Industrial de Santander, ha querido incursionar en el campo de las nuevas tecnologías de la comunicación y la información (TIC's) para ser aplicadas como estrategias educativas que contribuyan a la formación integral del estudiante y así dar respuesta a uno de los elementos básicos de su misión. En ella, se contempla la importancia de la apropiación y desarrollo de nuevas tecnologías, para modernizar y cualificar los procesos de la educación. Al mismo tiempo, estar acordes con las nuevas políticas gubernamentales de Colombia, en las cuales se ha propuesto e iniciado la implementación de currículos que provean al estudiante ambientes de aprendizaje particulares. Los avances tecnológicos, promueven la comunicación y la disponibilidad de recursos de información, generando cambios en las prácticas educativas de la educación.

La escuela de Ingeniería Química de la UIS ha desarrollado MEC's en las áreas de Análisis numérico, Fenómenos de transporte, Introducción a la Ingeniería, Intercambiadores de Calor, Termodinámica y Operaciones Transferencia de masa (Adsorción-Desorción) respectivamente.

2.5.1 Estructura básica de los Materiales Educativos Computacionales (MEC). La mayoría de los programas didácticos, tiene tres módulos principales claramente definidos: el módulo que gestiona las actuaciones del ordenador, el módulo que contiene debidamente organizados los contenidos informativos del programa (bases de datos), y sus respuestas a las acciones de los usuarios (motor)⁴. La estructura global de estos módulos se representa en el diagrama No 2.

⁴ Universidad de Oregon. T.H.E 1994-95. Educational Software Preview Guide. International Society for Technology in Education. 1994

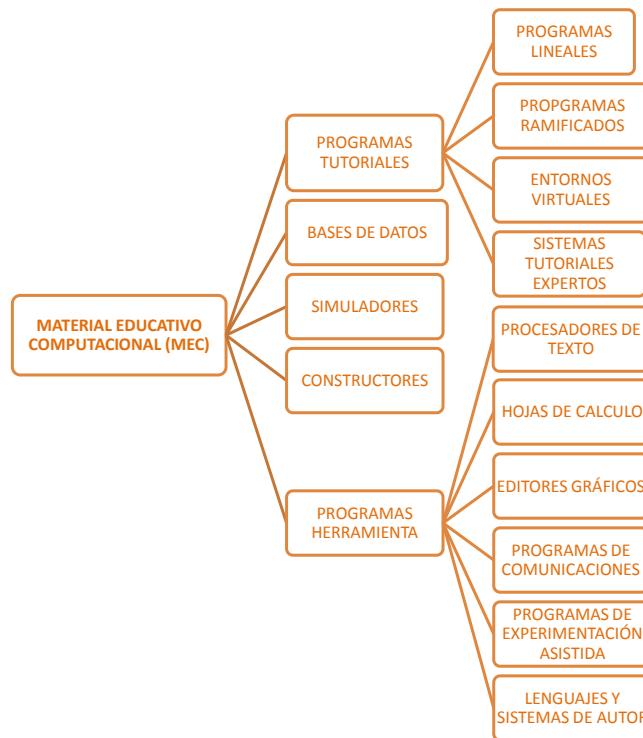


Diagrama 1. Materiales Educativos Computarizados (MEC)

2.5.1.1 El entorno de comunicación o Interfaz. La interfaz es el entorno a través del cual los programas establecen el diálogo con sus usuarios, y es la que posibilita la interactividad característica de estos materiales. Está integrada por dos sistemas:

- ❖ **El sistema de comunicación programa – usuario:** Que facilita la transmisión de informaciones al usuario por parte del ordenador, incluye:
 - Las pantallas a través de las cuales los programas presentan información a los usuarios.
 - Los informes y las fichas que proporcionen mediante las impresoras.
 - El empleo de otros periféricos: altavoces, sintetizadores de voz, robots,

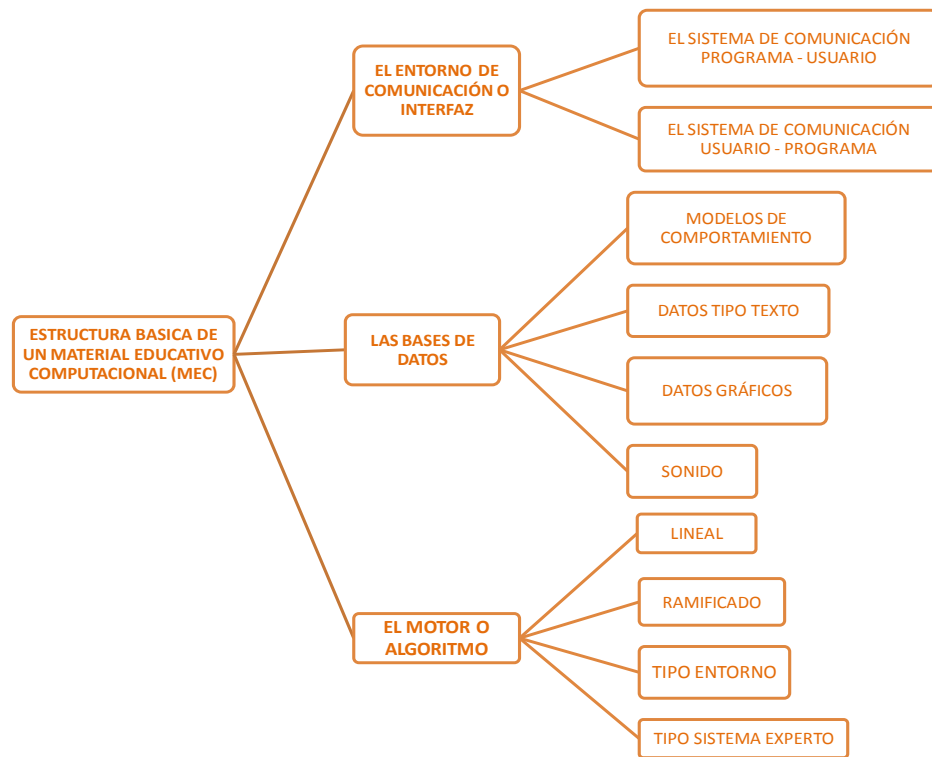


Diagrama 2. Estructura básica de un Material Educativo Computacional (MEC)

módems, convertidores digitales – analógicos...

❖ **El sistema de comunicación usuario – programa:** Que facilita la transmisión de información del usuario hacia el ordenador, incluye:

- El uso del teclado y el mouse, mediante los cuales los usuarios introducen al ordenador un conjunto de órdenes o respuestas que los programas reconocen.

- El empleo de otros periféricos: micrófonos, lectores de fichas, teclados conceptuales, pantallas táctiles, lápices ópticos, módems, lectores de tarjetas, convertidores analógico – digitales...

Con la ayuda de las técnicas de la Inteligencia Artificial y el desarrollo de las tecnologías multimedia, se investiga la elaboración de entornos de comunicación

cada vez más intuitivos y capaces de proporcionar un diálogo abierto y próximo al lenguaje natural.

2.5.1.2 Las bases de datos. Las bases de datos contienen la información específica que cada programa presentará a los alumnos. Puede estar constituidas por:

❖ **Modelos de comportamiento**

Representan la dinámica de unos sistemas. Se distinguen:

- Modelos físicos – matemáticos, que tienen unas leyes perfectamente determinadas por unas ecuaciones.
- Modelos no deterministas, regidos por unas leyes no totalmente deterministas que son representadas por ecuaciones con variables aleatorias, por grafos y por tablas de comportamiento.

❖ **Datos de tipo texto:** Información alfanumérica

❖ **Datos gráficos:** Las bases de datos pueden estar constituidas por dibujos, fotografías, secuencias de video, etc.

❖ **Sonido:** Como los programas que permiten componer música, escuchar determinadas composiciones musicales y revisar sus partituras.

2.5.1.3 EL motor o Algoritmo. El algoritmo del programa, en función de las acciones de los usuarios, gestiona las secuencias en que presenta la información de las bases de datos y las actividades que pueden realizar los alumnos. Se relacionan cuatro tipos de algoritmo:

❖ **Lineal:** Cuando la secuencia de las actividades es única.

❖ **Ramificado:** Cuando están predeterminadas posibles secuencias según las respuestas de los alumnos.

❖ **Tipo de entorno:** Cuando hay secuencia predeterminadas para el acceso del usuario a la información principal y a las diferentes actividades. El estudiante elige qué va a hacer y cuándo lo va a hacer.

❖ **Tipo sistema experto:** Cuando el programa tiene un motor de inferencias y, mediante un diálogo bastante inteligente y libre con el alumno (sistemas dialogales), asesora al estudiante o “tutoriza” inteligentemente el aprendizaje. Su desarrollo está muy ligado con los avances en el campo de la Inteligencia Artificial.

2.6 DIFUSIÓN

La difusión o transporte molecular de masa, en su expresión más simple, es el fenómeno en el cual las moléculas de un compuesto se mueven aleatoriamente (Movimiento Browniano) y tienden a uniformar la concentración en un medio. La difusión puede ser causada por diversas fuerzas motrices, siendo la más común la provocada por un gradiente de concentración. La difusión también puede tener origen en gradientes de presión, de temperatura o en fuerzas externas al sistema que actúan de diferente manera sobre las especies químicas que componen la mezcla. La difusión se produce por dos mecanismos básicos: Difusión molecular y Difusión convectiva.

La difusión no está restringida a la transferencia molecular a través de capas estacionarias de sólido o fluido. También tiene lugar en fases fluidas debido a la mezcla física o a los remolinos del flujo turbulento, de la misma forma que el calor puede fluir en un fluido por convección. Este hecho recibe el nombre de difusión en régimen turbulento. A veces el proceso de difusión va acompañado de flujo global de la mezcla en una dirección paralela a la dirección de difusión, y con frecuencia está relacionada con el flujo de calor.

2.6.1 Papel de la difusión en la transferencia de masa. En todas las operaciones de transferencia de masa la difusión ocurre por lo menos en una fase,

y con frecuencia en dos fases. En *absorción* de gases el soluto se difunde a través de la fase gaseosa hacia la interfase y a través de la fase líquida desde la interfase. En *destilación* el componente menos volátil difunde en sentido contrario y pasa a través del vapor hasta el seno del líquido. En *lixiviación* la difusión del soluto a través de la fase sólida va seguida de la difusión en el seno del líquido. En *extracción líquido-líquido* el soluto difunde a través de la fase de refinado hacia la interfase y después hacia el interior de la fase extracto. En *crystalización* el soluto difunde a través de las aguas madres hacia los cristales y se deposita sobre las superficies sólidas. En *humidificación* no hay difusión a través de la fase líquida debido a que la fase líquida es un componente puro y existe gradiente de concentración en ella; pero el vapor difunde hacia o desde la interfase gas-líquido hacia afuera o hacia dentro de la fase gaseosa. En el *secado*, el agua líquida difunde a través del sólido hacia la superficie del mismo, se evapora, y después se difunde como vapor en la fase gaseosa. La zona de evaporación puede estar bien en la superficie del sólido o en el interior del mismo. Cuando la zona de evaporación está en el sólido, la difusión tiene lugar en el sólido comprendido entre la zona de evaporación y la superficie, de forma que en el sólido hay difusión de líquido y de vapor.

2.6.2 Ley de Fick. Fick fue uno de los pioneros en el estudio de la difusión molecular; en 1855 publicó los resultados del estudio en el que reconocía que la difusión de masa seguía esencialmente la misma ley que la difusión de calor (*Ley de Fourier*), descrita en 1822, y el flujo de electricidad (*Ley de Ohm*). La ley de Fick es el modelo matemático que describe a la transferencia molecular de masa, en sistemas o procesos donde puede ocurrir solo difusión o bien difusión más convección.

La ley de Fick se utiliza en transferencia de masa para cuantificar el flux difusivo.

$$J_A = -D \frac{\partial C_A}{\partial z} \quad \text{Ecuación 1}$$

A menudo es deseable utilizar otras fuerzas motrices distintas de la concentración molar o concentración másica, tales como la fracción mol, la fracción masa o hasta la fracción volumen. Es posible introducir en coeficiente de difusión diferente para cada marco de referencia utilizado. Sin embargo, es más conveniente usar un solo tipo de coeficiente de difusión y emplear expresiones de los flux consistentes con él.

La termodinámica de procesos irreversibles proporciona una forma más general de ley de Fick que puede utilizarse en soluciones concentradas, a condición que los sistemas sean isotérmicos e isobáricos. Esta expresión es:

$$J_A = -D \frac{\partial y_A}{\partial z} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde J_A es el flux molar difusivo respecto a la velocidad molar promedio y C es la concentración molar total de la mezcla. La ecuación 1, es válida para sistemas isotérmicos e isobáricos.

La ley de Fick representa una manera fenomenológica rigurosa de cuantificar la difusión. Permite conocer el flux difusivo en cada punto dentro del sistema; además mediante su uso combinado con los balances de masa, da a conocer la distribución o perfil de concentraciones del soluto dentro del medio.

2.6.3 Modelos de Transferencia de masa convectiva. Las correlaciones del coeficiente de transferencia de masa se obtienen a partir de mediciones experimentales en el seno de los fluidos. Las mediciones son reales y los coeficientes obtenidos son de naturaleza empírica. Sin embargo, de algún modo dichas mediciones están relacionadas con lo que ocurre en la vecindad de las interfases. El papel de los modelos es establecer un puente, entre lo que se observa en el seno del fluido y lo que ocurre en la vecindad de la interfase. Este puente es de naturaleza teórica y, por lo tanto, no se puede tener la certeza que las predicciones de los modelos correspondan a lo que realmente sucede. Sin embargo, si éstos aciertan a captar al menos parcialmente la esencia de los

fenómenos que pretenden describir, habrá una concordancia razonable entre lo que se observa experimentalmente y lo que predice el modelo.

Un coeficiente de transferencia de materia, K , se define como una velocidad de transferencia de materia por unidad de área y por unidad de diferencia de concentración, y generalmente está basado en flujos molares iguales. Las concentraciones se pueden dar en moles/volumen o en fracciones molares, donde C representa e y y y x fracciones molares en las fases de vapor o líquido:

$$K_C = \frac{J_A}{C_{Ai} - C_A} \quad \text{Ecuación 3}$$

O bien

$$K_y = \frac{J_A}{y_{Ai} - y_A} \quad \text{Ecuación 4}$$

Puesto que K_C es una densidad de flujo molar dividido por una diferencia de concentración, tiene unidades de velocidad tales como centímetros por segundo (cm/s) o metros por segundo (m/s):

$$K_C = \frac{\text{mol}}{\text{s} * \text{m}^2 * \text{mol} / \text{cm}^3} = \frac{\text{cm}}{\text{s}} \quad \text{Ecuación 5}$$

Las unidades de K_y o K_x son las mismas que para J_A , moles / área*tiempo, puesto que la fracción molar es adimensional; K_C y K_y están relacionadas con la densidad molar por las siguientes expresiones:

$$K_y = K_C \rho_M = \frac{K_C P}{RT} \quad \text{Ecuación 6}$$

$$K_x = K_C \rho_M = \frac{K_C \rho_{\text{líquido}}}{M_{\text{medio}}} \quad \text{Ecuación 7}$$

$$K_C = \frac{J_A}{C_{Ai} - C_A} = \frac{D_v (C_{Ai} - C_A)}{B_T} \frac{1}{C_{Ai} - C_A} = \frac{D_v}{B_T} \quad \text{Ecuación 8}$$

Para difusión equimolar en estado estacionario en una película,

$$K_C = \frac{J_A}{C_{Ai} - C_A} = \frac{D_v (C_{Ai} - C_A)}{B_T} \frac{1}{C_{Ai} - C_A} = \frac{D_v}{B_T} \quad \text{Ecuación 9}$$

Por lo tanto, el coeficiente K_C , es igual a la difusividad molecular dividida por el espesor de la película considerada.

Todos los modelos que se han propuesto para explicar los fenómenos de transferencia de masa en una interfase parten de la suposición que la resistencia a la transferencia se limita a una región cercana a la interfase.

Los modelos de transferencia de masa son:

- Teoría de la película
- Teoría de penetración
- Renovación de la superficie interfacial al azar
- Teoría de película – penetración
- Teoría de estiramiento superficial
- Teoría de capa límite

Con el estudio de estos modelos se pretende comprender los procesos y relacionar el coeficiente de transferencia de masa con el coeficiente de difusión.

2.6.4 Definición del coeficiente de Transferencia de masa. Si se aborda la definición del coeficiente de transferencia de mas como un problema práctico en el que interesa relacionar de manera sencilla la cantidad de masa transferida desde una interfase hacia una solución bien mezclada, se puede suponer que dicha cantidad será proporcional a la diferencia de concentración del compuesto de interés entre la interfase y el seno de la solución, y también será proporcional al área a través de la cual ocurre la transferencia (área interfacial). En otras palabras:

$$\left(\begin{array}{l} \text{Cantidad de masa} \\ \text{transferida} \\ \text{por unidad de tiempo} \end{array} \right) = K \left[\text{Diferencia de concentración} \right] \left[\text{Área interfacial} \right]$$

Donde la constante de proporcionalidad K , se denomina coeficiente de transferencia de masa. Si se divide esta expresión por el área interfacial y se escribe el resultado en términos matemáticos, se obtiene

$$N_{Ai} = K(C_{Ai} - C_{Ab}) \quad \text{Ecuación 10}$$

donde N_{Ai} es el flux total de A en la interfase, C_{Ai} es la concentración del soluto en la interfase y C_{Ab} es la concentración promedio de éste en el seno de la solución. A diferencia del coeficiente de difusión que tiene siempre las mismas dimensiones sin importar la forma de la ley de Fick, el coeficiente de transferencia de masa tiene dimensiones que depende de la forma de expresar la diferencia de concentraciones y el flux. Esto se hace evidente en la Tabla 1.

Tabla 1. Definiciones del Coeficiente de Transferencia de Masa.

DEFINICIÓN	UNIDADES DE K
$N_A = K \Delta C_A$	$\frac{cm}{s}$
$N_A = K_G \Delta P_A$	$\frac{mol}{cm^2 * s * atm}$
$N_A = K_Y \Delta y_A$	$\frac{mol}{cm^2 * s}$
	$N_A \left[\frac{- mol}{cm^2 * s} \right]$

2.6.4.1 Obtención del coeficiente de Transferencia de masa. Existen tres métodos para la obtención de coeficientes de transferencia de masa. El primero es la predicción del coeficiente mediante su derivación teórica a partir de la teoría de la capa límite. El segundo método consiste en recurrir a datos experimentales, para calcular los coeficientes de transferencia de masa mediante correlaciones de dichos datos. Los datos experimentales para diferentes tipos de solutos, fluidos, velocidades y geometrías, pueden correlacionarse en términos de números adimensionales. El tercer método de obtención del coeficiente de transferencia de masa consiste en utilizar las llamadas *analogías entre las transferencias de momentum, calor y masa*. El fundamento de este método está en que las ecuaciones generales que describen los transportes de masa, momentum y energía son análogas ya que, en ciertas condiciones, estas tres transferencias

ocurren por mecanismos similares. Así, es posible utilizar una correlación obtenida para un problema de transferencia de calor en uno análogo de transferencia de masa. *Reynolds*, fue quien, en 1874, dio inicio al uso de las analogías, en un problema de transferencia de momentum y calor. Años más tarde se desarrolló la extensión más útil y comúnmente usada que es atribuida a *Chilton y Colburn* (1934).

2.6.5 Transferencia de masa a través de interfases. Existen muchas operaciones industriales en las cuales la transferencia de masa se representa desde una fase fluida bien mezclada hacia otra a través de una interfase. Ejemplos de ellos son la absorción, la destilación, la extracción líquido-líquido y los reactores químicos. De modo semejante al caso de transferencia de masa desde una interfase hacia una fase, se parte de la suposición que la resistencia a la transferencia de masa se encuentra localizada en la vecindad de la interfase. Sin embargo, se tiene una resistencia a la transferencia en dos regiones, una para cada fase en consideración. *Lewis y Whitman* (1924) desarrollaron estos conceptos con el nombre de teoría de las dos películas.

2.6.6 Estimación del coeficiente de difusión. El coeficiente de difusividad, es el parámetro que aparece en la ley de Fick (Ecuación 1). La gran mayoría de los coeficientes de difusión se han determinado experimentalmente. Muchos otros pueden obtenerse, con menor grado de confiabilidad, a partir de predicciones teóricas o estimaciones basadas en ecuaciones empíricas y semiempíricas.

Los métodos de predicción teóricos para sistemas gaseosos se basan en la teoría cinética de los gases, están bien desarrollados y permiten estimaciones precisas (son del orden de magnitud de 10^{-1} cm²/s). En el otro extremo, las difusividades en sólidos son muy variables, a diferencia de los gases, para sólidos no se han encontrado métodos de predicción o estimación confiables (se han reportado valores experimentales del coeficiente de difusión que van del orden de 10^{-5} a 10^{-30} cm²/s). En medio de estos dos extremos, se encuentran las difusividades para

compuestos en fase líquida, cuyos métodos de estimación existentes, si bien son inferiores en precisión comparados con los de los gases, con frecuencia dan resultados razonables (su orden de magnitud está alrededor de $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$).

2.6.6.1 Coeficientes de difusión de gases. Se han empleado numerosos métodos experimentales para determinar la difusividad molecular de mezclas gaseosas binarias. Siempre que se disponga de valores experimentales de difusividades, deben usarse éstos. Normalmente los errores experimentales son menores que los asociados con predicciones por medio de ecuaciones empíricas o semiempíricas.

2.6.6.2 Coeficientes de difusión en líquidos. A diferencia de los gases, para los cuales existe una teoría cinética bien establecida, las teorías existentes para el estado líquido se encuentran menos desarrolladas. En consecuencia, no existe una forma completamente satisfactoria de predecir coeficientes de difusión en líquidos. No obstante, la forma de las ecuaciones teóricas a menudo ha servido como marcos de referencia para desarrollar diversas correlaciones útiles. La base más común es la ecuación de Stokes – Einstein.

e dispone de muchas correlaciones para coeficientes de difusión en fase líquida que en fase gaseosa, pero la mayoría, sin embargo, están restringidas a la difusión binaria infinita o a la autodifusión. Esto refleja la mayor complejidad de los líquidos a nivel molecular. Por ejemplo, la difusión en fase gaseosa presenta efectos despreciables con la composición y con las desviaciones de la idealidad termodinámica.

2.6.6.3 Coeficientes de difusión en sólidos. El fenómeno de difusión en sólidos es mucho más complejo que en gases y en líquidos; los valores del coeficiente de difusión en sólidos tiene una gran variabilidad. En general, también varían con la concentración, y su funcionalidad con la temperatura es de tipo exponencial. Desafortunadamente, los métodos de estimación del coeficiente de difusión en

sólidos son muy poco confiables, por lo que se recomienda utilizar valores experimentales.

2.7 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN Y PAQUETES DE ANIMACIÓN

2.7.1 FLASH MX. Flash es una herramienta de edición con la que pueden crearse animaciones simples. Las aplicaciones pueden enriquecerse añadiendo imágenes, sonido y video. También incluye funciones que la convierten en una herramienta con muchas prestaciones sin perder por ello la facilidad de uso. Estas características hacen que la herramienta sea muy útil para proyectos complejos a gran escala que deban desarrollarse mediante Flash Player junto con una combinación de contenido HTML. Las funciones de Flash MX ofrecen mayor productividad, mejor soporte para multimedia y publicación optimizada.

❖ **Efectos de línea de tiempo.** Es posible aplicar efectos de línea de tiempo a cualquier objeto del escenario para añadir transiciones y animaciones con rapidez, tales como aumentos progresivos, sobrevuelos, desenfoces y giros.

❖ **Comportamientos.** Con los comportamientos se puede añadir interactividad al contenido de Flash sin escribir ni una línea de código. Por ejemplo, puede utilizar los comportamientos para incluir funcionalidad que vincule a un sitio Web, cargue sonidos y gráficos, controle la reproducción de videos incorporados, reproduzca clips de película y active orígenes de datos.

❖ **Rendimiento en tiempo de ejecución de Flash Player.** El rendimiento en tiempo de ejecución de Flash Player es mayor comparado con otros paquetes en una proporción de dos a cinco veces para video, creación de scripts y representación general en pantalla.

❖ **Vinculación de datos.** Esta función permite conectar cualquier componente a varias fuentes de datos para manipular, visualizar y actualizar datos a través de componentes o código ActionScript.

- ❖ **Soporte de accesibilidad en el entorno de edición.** Proporciona métodos abreviados de teclado para navegar por la interfaz y utilizar los controles de la misma, lo que permite trabajar con los elementos de la interfaz sin utilizar el mouse.
- ❖ **Importación de alta fidelidad.** Es posible importar archivos Adobe PDF y Adobe Illustrator 10 y conservar una representación vectorial muy precisa de los archivos de origen.
- ❖ **Globalización y Unicode.** El soporte de globalización y Unicode permite la edición en distintos idiomas y con cualquier conjunto de caracteres.
- ❖ **Buscar y reemplazar.** Mediante esta función se puede localizar y reemplazar una cadena de texto, una fuente, un color, un símbolo, un archivo de sonido, un archivo de video o un archivo de mapa de bits importado.

2.7.2 DREAMWEAVER MX. Macromedia Dreamweaver MX es un editor HTML profesional para diseñar, codificar y desarrollar sitios, páginas y aplicaciones Web. Tanto si el usuario desea controlar manualmente el código HTML como se prefiere trabajar en un entorno de edición visual, Dreamweaver proporciona múltiples herramientas para la creación de aplicaciones Web. Las funciones de edición visual de Dreamweaver permiten crear páginas de forma rápida, sin escribir una sola línea de código. No obstante, si el usuario prefiere crear el código manualmente, Dreamweaver también incluye numerosas herramientas y funciones relacionadas con la codificación.

2.7.3 FIREWORKS MX. Hace parte de los productos de la empresa Macromedia, concebida como medio para la realización y edición de imágenes así como para la creación de botones y menús desplegables. Este programa permite seleccionar la exportación de las imágenes en variados formatos, según su aplicación; además se integra a perfección con los demás software originados por la misma casa fabricante (Macromedia).

2.7.4 ACROBAT READER. . PDF es un formato de fácil acceso diseñado para facilitar un sencillo desplazamiento en línea y poder leer documentos utilizando lectores de pantalla de terceros compatibles con Windows. El archivo puede imprimirse también para proporcionar una referencia de escritorio práctica. Este formato para el desarrollo de los diversos archivos de procedimientos, resulta ideal por las numerosos tablas y ecuaciones que estos contienen, evitando de esta manera la creación de un número no determinado de páginas HTML adicionales así como la laboriosidad a la hora de crear la gran cantidad de ecuaciones.

3. METODOLOGIA UTILIZADA PARA EL DISEÑO DEL MEC

Para considerar que un software educativo está diseñado correctamente, se debe tener en cuenta si garantiza lo siguiente: facilitar la motivación, recordar el aprendizaje anterior, proporcionar nuevos estímulos, activar la respuesta de los alumnos, proporcionar información, estimular la práctica, establecer una secuencia de aprendizaje, propiciar recursos, generar efectos visuales y auditivos, ser cómodamente interactivos, poder procesar símbolos, ser de fácil uso, individualización del trabajo de los estudiantes, ya que se adaptan al ritmo de cada uno y pueden adaptar sus actividades según sus actuaciones, y ser modificables. Teniendo en cuenta todas estas características y buscando obtener un diseño oportuno, organizado y lo más cercano al cumplimiento de los objetivos propuestos para el desarrollo de esta herramienta, se plantearon una serie de etapas para lograr dicho fin. En este capítulo se presenta la metodología empleada para la elaboración del Material Educativo Computacional (MEC) para la enseñanza de Transferencia de Masa específicamente Ley de Fick, documentando y justificando cada una de las acciones tomadas durante su desarrollo. En la etapa de desarrollo de un MEC son múltiples los aspectos que se deben tener en cuenta para que todos los esfuerzos investigativos, de diseño de interfaz y diseño computacional redunden en un material práctico, accesible y de gran calidad académica e informática. En el diagrama de bloques No 3, se esquematizan cada una de las etapas, y la relación existente entre ellas, con el fin de ofrecer una idea general de cómo fue el desarrollo de esta aplicación educativa.

3.1 ANÁLISIS

En ésta fase se obtuvo información sobre determinadas características de los usuarios, metodología, hardware disponible, etc. que no formando parte íntegra

del diseño de aplicación, es necesario tener presente siempre para que la aplicación sea adecuada.

3.1.1 Planteamiento del problema. La educación busca formar en el ser humano condiciones favorables para que sea un ser autónomo creativo y que pueda a cada momento tomar decisiones para su propia subsistencia y para la micro y macro sociedad a la cual pertenece. También está imponiendo: un carácter continuado y de autoeducación (aprender a hacer); procesos de formación integral y de desarrollo humano (aprender a ser); un sentido experimental y vivencial (desarrollo de habilidades); ser más generalista que especialista enfatizando la formación en valores y el desarrollo integral de la inteligencia. La inquietud que se plantea es entonces: ¿Cómo lograr mayor calidad y cobertura en la enseñanza de la transferencia de masa, específicamente la Ley de Fick?

3.1.2 Presentación de la solución propuesta. El presente trabajo se originó justamente con el propósito de aportar elementos tecnológicos que hagan posibles nuevas estrategias didácticas que enriquezcan los procesos de enseñanza-aprendizaje en la transferencia de masa, específicamente Ley de Fick. Una estrategia que hoy en día se está utilizando en muchas universidades, debido al amplio uso de los computadores en la educación, es el desarrollo de Materiales Educativos Computacionales (MEC), los cuales constituyen una herramienta multimedia que apoya a través del manejo de la imagen y el sonido interactivos con muy buenos resultados alrededor del mundo, está diseñando para ser utilizado individualmente o por grupos sin que sea necesaria la presencia de un instructor; el acceso se puede realizar en el orden que se desee (sin embargo también se presenta una ruta secuencial y coherente de consulta), durante el tiempo que se desee y en sesiones que pueden comprender varios capítulos, un capítulo o parte de éste.

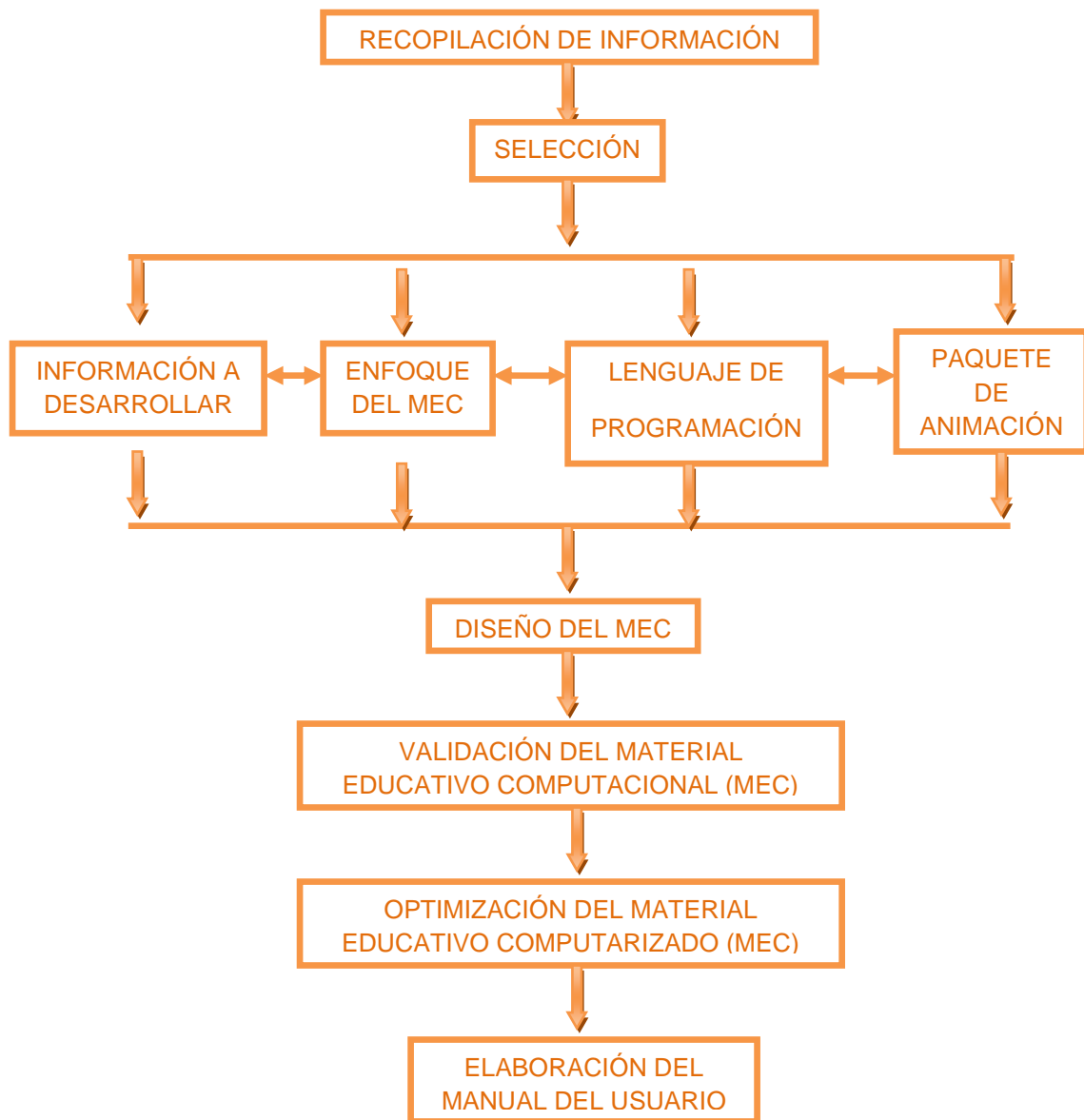


Diagrama 3. Etapas de desarrollo para la elaboración del Material Educativo Computacional (MEC)

3.1.3 Análisis del Contenido. En primera instancia, se realizó una lista correspondiente al contenido del programa, indicando el tema a tratar, la profundidad de los contenidos y una descripción global del temario.

Basándonos en el objetivo general del proyecto, en el cual se especifica que el material que se obtenga debe servir como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Transferencia de Masa (Ley de Fick), se procedió a plantear los siguientes temas que son, sin duda, necesarios para éste propósito:

Fundamentos:

- Balances de Masa
- Condiciones límite y condiciones de frontera
- Interpretar las suposiciones que se definen en cada una de las situaciones y ejercicios realizados para dar una solución a los mismos.
- Solución de Ecuaciones Diferenciales con sus respectivas condiciones límite.
- Interpretación de los perfiles obtenidos luego de resolver la parte matemática de los ejercicios.

3.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

El proceso de recopilación de información fue muy largo y tedioso pero al mismo tiempo indispensable en el desarrollo de la aplicación. No siempre se encuentra la información requerida, completa, con ejemplos ilustrativos y fácil de entender en un solo lugar; de ahí la necesidad de optar por la investigación de variadas opciones en cuanto a autores, lugares y formas de presentación de la bibliografía que compile los temas de interés.

3.2.1 Materiales Educativos Computarizados. Esta etapa tuvo como objetivo principal el análisis de toda la información posible acerca de los materiales educativos computarizados, su importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje y las sugerencias para la elaboración de los mismos. La información requerida se localizó a través de materiales computacionales realizados en la Universidad y en otras localidades, libros especializados en la enseñanza interactiva y pedagógica educativa.

3.2.2 Modelos de Enseñanza – Aprendizaje. En los sistemas de aprendizaje se pueden encontrar métodos didácticos que se ajustan a diferentes visiones pedagógicas (transmisión-recepción, aprendizaje por descubrimiento, conductivista, constructivista, cognoscitivo, etc.). Debido a que el MEC será aplicado en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la materia de Fenómenos de Transporte I, fue necesario estudiar estos enfoques pedagógicos, y así seleccionar con propiedad el modelo de enseñanza que se adapte mejor a la estructura deseada, al igual que potencialice y facilite la aprehensión de los contenidos por parte del usuario.

3.2.3 Paquetes de Programación. Finalmente, esta exploración se orientó en la búsqueda de los paquetes más adecuados para que el MEC se realizara en un ambiente didáctico, amigable y llamativo. Se estudiaron diferentes paquetes tales como Scilab, Macromedia Flash, Macromedia Fireworks, Macromedia Dreamweaver, entre otros. Por otra parte se investigaron algunos temas relativos que son de gran utilidad para el diseño del material como por ejemplo, los conceptos de HTML, XML, Hipermedia, Multimedia, bases de datos, y teoría del color.

3.3 SELECCIÓN DEL ENFOQUE DEL MEC

Ya teniendo claro qué contenidos se van a presentar y explicar en la herramienta, es necesario definir cómo debemos estructurarlos para que el usuario logre un aprendizaje significativo.

En este momento se debe orientar la atención a la búsqueda del modelo educativo a emplear y la selección de la población objetivo que va a hacer uso del MEC; así será más sencillo el proceso de adaptación de los contenidos y del diseño de contextos que darán como resultado un proceso de enseñanza – aprendizaje lleno de experiencias educativas, entretenidas, excitantes y retadores para esta población.

3.3.1 Modelo de enseñanza. El modelo de enseñanza que se requiere, debe permitir la presentación de un entorno dinámico que no sólo se ajuste a la enseñanza virtual sino que permita que los contenidos se desarrollen en forma progresiva, de lo más simple a lo más complicado. Logrando así que el usuario no presente ninguna dificultad en la comprensión de los temas expuestos en el MEC. Esta herramienta computacional ha sido clasificada como una MEC heurístico según su enfoque educativo, basado en la teoría constructivista, ya que cumple con los principales parámetros que caracterizan a dicho enfoque.

3.3.2 Población objetivo. El enfoque de la aplicación ha sido orientado para estudiantes que estén cursando la materia de Fenómenos de Transporte I, esto significa que cualquier estudiante que quiera documentarse o aprender acerca de los contenidos que se presentan en el material multimedia lo puedan consultar ya que sus contenidos, ejemplos y aplicaciones han sido estructurados con un lenguaje sencillo y gráfico buscando que el nivel de entendimiento se maximice sin exigir un cierto nivel básico de conocimientos; de esta manera el MEC de Fenómenos de Transporte I, tendrá una mayor población objetivo a la hora de consulta, además de facilitar el aprendizaje de el fenómeno por el cual se dan las operaciones unitarias tales como adsorción, desorción, extracción, destilación las cuales se estudian más a fondo en las materias de Operaciones Unitarias I y II.

3.4 SELECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

3.4.1 Revisión bibliográfica del contenido teórico. Una vez definido el enfoque educativo del MEC, la principal tarea es la revisión bibliográfica del contenido, puesto que en la fundamentación del proyecto; se contemplan los posibles temas a incluir en el MEC, teniendo en cuenta el objetivo temático de éste, la Transferencia de Masa específicamente Ley de Fick.

3.4.1.1 Contenidos teóricos desarrollados en el MEC. Los contenidos teóricos a desarrollar en el Material Educativo Computacional son:

1. Fundamentos de Transferencia de Masa.
2. Ley de Fick de la Difusión Binaria (Transporte molecular de materia)
3. Dependencia de las difusividades con respecto a la temperatura y la presión
4. Teorías para la difusión
5. Estimación de difusividades en gases
6. Estimación de difusividades en líquidos
7. Difusión de fluidos en sólidos porosos
8. Transferencia de masa entre fases
9. Transporte de materia y molar por convección
10. Densidades de flujo de masa y molar
11. Ecuaciones de Maxwell – Stefan para difusión de varios componentes en gases a baja densidad
12. Difusión binaria
13. Distribuciones de concentración en sólidos y en flujo laminar

3.4.2 Aplicaciones Ley de Fick. De igual manera se realizó una búsqueda exhaustiva, en la base de datos existente en la biblioteca de la Universidad, de todas las aplicaciones actuales de la ley de Fick aplicada en la transferencia de masa, con el objetivo de lograr una mayor comprensión de los temas seleccionados a desarrollar, enfatizando en la búsqueda de nuevos aportes, ejemplos más gráficos y didácticos que facilitaran el aprendizaje del mismo.

3.5 SELECCIÓN Y APRENDIZAJE DE LOS PAQUETES DE ANIMACIÓN Y EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PARA EL DISEÑO DEL MEC

Debido a que se desea que el Material Educativo Computarizado para la materia de Fenómenos I sea interactivo, atractivo, completo y fácil de usar, se plantea la necesidad de la creación e implementación de ayudas tales como animaciones,

ejercicios de aplicación, experimentos, bases de datos y sonido. Por estas razones es necesario encontrar un paquete que reúna todos los requisitos fundamentales para poder tener acceso a estas aplicaciones. Además se busca un lenguaje de programación que sea sencillo de utilizar y que tenga la opción de visualizar la aplicación en un navegador de internet, acorde con las tendencias actuales de comunicación y educación virtual. Principalmente el desarrollo de esta etapa se basó en el aprendizaje de los paquetes necesarios para la realización de la herramienta, entre los que se pueden mencionar Scilab, Macromedia Flash, Macromedia Fireworks, Macromedia Dreamweaver, entre otros.

3.6 DISEÑO DEL MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO

Ya teniendo como base los contenidos a desarrollar en la aplicación, se dio paso al diseño del material multimedia; en esta fase se llevaron a cabo diferentes pruebas de interfase, interactividad y como se mencionó anteriormente los contenidos estuvieron expuestos a cambios permanentes en búsqueda de un resultado final llamativo, agradable y educativo donde todas las sugerencias pedagógicas se tuvieron en cuenta.

3.6.1 Adaptación de los contenidos teóricos de acuerdo al modelo de enseñanza – aprendizaje. Uno de los fines más importantes del diseño de la aplicación es el diseño de los contenidos; por medio de este proceso se busca que el material se presente en un lenguaje sencillo y fácil de entender; de igual manera se hizo mucho énfasis en la realización de ejemplos prácticos que lleven al estudiante a relacionar la teoría con la realidad y así obtener como resultado una maximización en la comprensión de los conceptos por medio de un enfoque deductivo que lleva al estudiante de la mano durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para iniciar el montaje de la interfaz fue necesario digitar en un texto (Microsoft Word) toda la información recolectada, para su posterior organización en un editor HTML (DREAMWEAVER). Durante este proceso se generó la plantilla en el editor HTML, la cual permitiría mantener el diseño de la interfaz así como su organización y la posible actualización de datos.

3.6.2 Realización de animaciones y ejemplos representativos que complementan los conceptos teóricos. La diferencia pedagógica que se presenta entre un libro y un MEC es la posibilidad que tiene el segundo de enseñar los mismos contenidos de una manera más didáctica y real con la ayuda de materiales audiovisuales que propician un mayor grado de comprensión y retención de la información por parte del educando. Por esta razón la implementación de diferentes videos y animaciones resulta esencial, buscando propiciar un ambiente interactivo que motive al estudiante a aprender más. Estas animaciones y videos, que fueron realizadas en FLASH MX, ejemplifican de manera gráfica y sencilla conceptos, equipos, procesos y fenómenos que pueden ser observados una y otra vez dependiendo del ritmo de aprendizaje del usuario.

3.6.3 Diseño de la Interactividad entre el usuario y el MEC. En muchas ocasiones un MEC puede ser sub-utilizado por que es muy rígido en la presentación de sus contenidos, obligando al usuario a seguir una secuencia no deseada, o no ofrece la información necesaria para que se navegue fácilmente y tenga la posibilidad de encontrar de una manera rápida lo que busca. Por estas razones y teniendo en cuenta que los intereses de los usuarios son diferentes, se debe diseñar una interfase que exponga clara e inmediatamente la información de todo el contenido del MEC con ayuda de la ventana principal, menús, submenús y controles de usuario.

3.6.4 Creación del entorno visual. El diseño de la interfaz gráfica es de gran importancia para que el proceso de comunicación entre el usuario y el programa sea exitoso. Este diseño tiene como objetivo primordial crear un ambiente que sea fácil de manejar, llamativo y al mismo tiempo amigable. Por esa razón es imprescindible tener mucho cuidado a la hora de escoger el color, tamaño y tipo de letra, la cantidad y distribución del contenido en una plantilla, etc. En la figura 4 se puede observar el ambiente de trabajo creado para el MEC.

La estructura de la interfaz en general consta de:

Encabezado de página: Contiene en el margen superior el logotipo de la Universidad Industrial de Santander, acompañado de su nombre completo. En la parte central se encuentra el título del proyecto y en el extremo derecho el logo que lo identifica. El encabezado de página presenta la opción de enlazar con la página Web principal de la UIS, al hacer click sobre el mismo.

Área de Trabajo: Es el área donde se presenta la información que el usuario solicita.

Barra de Herramientas: Para que el usuario pueda navegar libremente por la aplicación, además de los menús de acceso directo, necesita algunos botones para poder dirigirse hacia adelante o atrás, cambiar de capítulo, ingresar al glosario, consultar biografías, consultar artículos de interés o lo que considere necesario. Por lo tanto se diseñaron los siguientes botones:



Portada: Página principal del Material Educativo Computacional.



Índice: Contiene una lista ordenada de los capítulos contenidos en el Material Educativo.



Biografías: Presenta información sobre los Autores e Investigadores que han contribuido al desarrollo de los temas tratados.



Glosario: Repertorio de palabras difíciles o dudosas con su explicación que se consideran complejas para el usuario.



Bibliografía: Relación de la información (libros, artículos, revistas, Internet, etc.) que ha servido de base para el desarrollo del Material Educativo

Computacional.



Manual del usuario: Guía de manejo del Material Educativo Computacional.



Nomenclatura: Reúne el significado, dimensiones, y unidades de los diferentes símbolos que se presentan en el Material Educativo Computacional.



ENCABEZADO DEL MEC



BARRA DE
HERRAMIENTAS



0. Fundamentos de transferencia de masa

0.1 Difusión

La transferencia de masa por lo regular se refiere a cualquier proceso en la **difusión** desempeña un papel importante. La **difusión** se define como el mezclado espontaneo de átomos o moléculas por su movimiento térmico aleatorio, dando pie a un movimiento a la especie relativo al movimiento de la mezcla.

AREA DE TRABAJO

Figura 4. Ambiente de trabajo diseñado para el MEC

3.7 VALIDACIÓN DEL MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO

Es necesario escuchar la opinión de terceros acerca del prototipo inicial ya que durante un trabajo consecutivo y guiado por el gusto personal es lógico que se presenten falencias que se pueden mejorar si se identifican a tiempo.

Durante esta etapa se evaluó el prototipo inicial, analizando su acceso de navegación, ambiente en el que se desarrolla y calidad de los conceptos que se presentan. A partir de las sugerencias ofrecidas por los primeros usuarios de MEC para Fenómenos de Transporte I se realizaron modificaciones oportunas para el éxito del mismo. Dentro de éste tipo de evaluaciones, se encuentran estipuladas:

3.7.1 Evaluación experta. Con ayuda de expertos en el tema, que se basaron de acuerdo a su especialidad, en la evaluación de la interfase, contenido teórico y pedagogía utilizada se obtuvieron diferentes propuestas y sugerencias que fueron escuchadas y aplicadas para el resultado final.

3.7.2 Evaluación por parte del usuario. Se aplicará la herramienta computacional a estudiantes que cursan la materia de Fenómenos de Transporte I, buscando obtener sugerencias por parte de los mismos luego de su interacción con el programa. A partir de esta evaluación se podrá detectar que tanto aporta el material a los estudiantes, si los motiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje y sobre todo si les aporta nuevos conocimientos.

En cuanto a la comunicación usuario-programa, se evaluará si el estudiante encuentra con facilidad los conceptos que serán de su interés, si se desplaza con facilidad a través del material y si se dan las indicaciones suficientes para su uso. Con las sugerencias que se encontrarán se procederá a depurar el prototipo, realizando la mejora del mismo.

3.8 OPTIMIZACIÓN DEL MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO (MEC)

Teniendo en cuenta todas las sugerencias, se dio paso a las correcciones finales que dan como resultado la versión final del programa. Es de sabios entender que esta versión no es perfecta pero se puede mejorar posteriormente.

3.9 ELABORACIÓN DEL MANUAL DEL USUARIO

Finalmente, se hizo necesario la elaboración de un material de ayuda el cual guíe al usuario en diferentes aspectos, tanto técnicos como referentes al uso del programa. En él se explican la interfaz inicial, los diferentes menús, los botones para la navegación, el contenido de cada capítulo, la forma de navegar, los íconos utilizados, y las formas como puede maximizar su aprendizaje por medio del uso de los programas desarrollados en Scilab para el cálculo de los perfiles de concentración mediante ejercicios prácticos programados. En el anexo 1 se presenta el manual del usuario en toda su extensión.

4. CONCLUSIONES

En esta memoria de tesis se ha presentado un proceso de investigación pedagógica tecnológica enfocado a la elaboración de un MEC (Material Educativo Computacional), para la enseñanza universitaria virtual respecto a uno de los temas de mayor importancia que se estudian en la Escuela de Ingeniería Química ya que a partir de este se explican muchas operaciones unitarias que están involucradas en la carrera de un Ingeniero Químico.

En el modelo de enseñanza virtual hemos establecido paso a paso lo que se debería hacer (plan de aprendizaje), cómo se podría hacer para que el aprendizaje sea propicio (modelo didáctico) y cuál podría ser el soporte tecnológico conveniente para fomentar el aprendizaje (modelo tecnológico).

El desarrollo de este proyecto podría considerarse como la puerta a una variedad de proyectos de enseñanza virtual que pueden ser viables en la Universidad Industrial de Santander, bosqueja el proceso, modelos de aprendizaje y medios tecnológicos que permiten demostrar la viabilidad de desarrollar otros MEC's (Materiales Educativos Computacionales) en esta universidad.

Éste tipo de metodología utilizada para la enseñanza virtual cumplen con los parámetros correspondientes a la enseñanza programada conductista, pero se encuentran inspirados en lo concerniente con algunos postulados del cognoscitismo y el constructivismo, ya que la interactividad produce una retroalimentación inmediata e individualiza la atención del estudiante; se logra una mayor concentración debido al empleo de diversas formas de comunicación como son las imágenes, animaciones , videos , etc., pero además se logra la activación de los procesos de pensamiento por el tratamiento pedagógico del contenido de aprendizaje.

5. RECOMENDACIONES

Uno de los principales objetivos ha consistido en establecer un modelo de Enseñanza Virtual mediando el desarrollo de un Material Educativo Computacional (MEC) acorde a las exigencias que involucra el estudio de la Ley de Fick en la Escuela de Ingeniería Química. El análisis, diseño y aplicación del Curso Virtual aquí presentado servirá de base, pauta y guía para que los profesores se vayan adentrando en ésta área de formación. A su vez, este Curso Virtual pretende ser ejemplo de la formación continua que necesita el profesorado de la UIS para colaborar en los proyectos docentes aquí propuestos para su vitalización.

Es necesario resaltar que este material puede ser puesto en funcionamiento en la red, gracias a las facilidades que tiene la universidad ha dicho medio mediante su instalación en los computadores de las aulas virtuales del Centro de Investigación y Tecnología (CENTIC).

Se desea proponer una serie de trabajos futuros que se pueden realizar como extensión a este proyecto, así como una serie de líneas de investigación derivadas de la misma.

- Proponer un plan de formación docente. Capacitar a los docentes involucrados en el uso de nuevas tecnologías y técnicas de enseñanza virtual en la Universidad Industrial de Santander.
- Realizar un estudio sobre software libre con el propósito de difundir el uso de herramientas tecnológicas en este campo y aplicarlas al diseño y maquetación de los materiales de estudio.

- Efectuar un estudio de los distintos modelos de evaluación utilizados por Ambientes Virtuales de Aprendizaje para evaluar la satisfacción del alumno⁵, desde una perspectiva subjetiva, con el propósito de establecer una serie de dimensiones de calidad que puedan ser interpretados por los usuarios de manera fácil e intuitiva por medio de técnicas difusas de computación con palabras⁶.

⁵ Balanger, F. and Jordan, D., 2000

⁶ Herrera-Viedma, E., Peis, E., Anaya, K., and Herrera, J., 2003; Herrera-Viedma, E., Porcel, C., López, A., Olvera, M., and Anaya, K., 2004; Herrera-Viedma, E., Peis, E., Olvera, M., Montero, Y., and Herrera, J., 2003

6. BIBLIOGRAFÍA

1. UNIGARRO G. Manuel Antonio, Educación Virtual: Encuentro Formativo en el Ciberespacio. Editorial UNAB. Bucaramanga, Colombia 2001. Pág. 43-59.
2. ERTMER, Peggy A., NEWBY, Timothy J., Performance Improvement Quarterly, 1993, 6(4), 50-72.
3. BRUCE, Betsy. Aprendiendo Macromedia Dreamweaver 4 en 24 horas. Editorial Prentice Hall. Primera edición. México 2001.
4. ARDILA L., Alexander., Diseño y desarrollo de una herramienta educativa interactiva orientada a las operaciones unitarias con transferencia de masa. Tesis de Grado Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga 2004.
5. GALVIS P., Alvaro. Ingeniería de Software Educativo. Ediciones Uniandes. Primera edición. Bogotá 1992.
6. ARDILA G., Nury H., MERCHÁN C., Edgar A., Desarrollo de un material educativo computacional (MEC) para uso en la enseñanza de transferencia de masa, específicamente en las operaciones de adsorción y desorción. Tesis de Grado Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga 2005.
7. ANAYA R., Karina, Un modelo de Enseñanza-Aprendizaje Virtual: Análisis, Diseño y Aplicación en un Sistema Universitario Mexicano, Universidad de Granada, Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial, México Diciembre 2004.
8. PERRY, Robert H., GREEN, Don W. Manual del Ingeniero Químico. Editorial Mc Graw Hill. Sexta edición. Estados Unidos 1997. Pág. 5.42-5.79.
9. TREYBAL, Robert E., Operaciones de Transferencia de Masa. Segunda edición. Editorial Mc Graw Hill. México 1997. Pág.23-50.
10. BIRD, R. Byron, STEWART, Warren E., LIGHTFOOT, Edwin N., Fenómenos de Transporte un estudio sistemático de los fundamentos del transporte de materia, energía y cantidad de movimiento. Editorial Reverté S.A. México 1992.

11. PEÑA, Clara-I, MARZO, Jose-L, DE LA ROSA, Jose-LI, La tecnología de agentes inteligentes en los procesos de asistencia al estudiante y adaptatividad de entornos y contenidos de aprendizaje para la Web, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
12. CRUZ A., Carlos Stevens, SÁNCHEZ L., Andrea, GARCÍA M., Álvaro, GUEVARA B., Juan Carlos, Unidad didáctica computacional (UDIC) basada en un simulador para el proceso de destilación en el contexto de la enseñanza de la química. Grupo de investigación en educación en ciencias experimentales, GREECE, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
13. ERTMER, Peggy A., NEWBY, Timothy J., Conductismo, Cognitivismo y Constructivismo: Una comparación de los aspectos críticos desde la perspectiva del diseño de instrucción. *Performance Improvement Quarterly*, Universidad Pedagógica Experimental Libertador *Instituto Pedagógico de Caracas*, 1993, 6(4), 50-72.
14. <http://www.inf.udec.cl/revista/edicion6/psalcedo.htm>
15. <http://www.minerva.uevora.pt/simposio/comunicacoes/rigomezmarino.html>
16. PEÑA DE CARRILLO, Clara I. Proyecto “Soporte Educativo UIS mediante tecnologías de información y comunicación-ProSPETIC”
17. GARCÍA T., Francisco, Taller de Estrategias Didácticas para la enseñanza de la Biología. Lectura 1: Teorías del Aprendizaje. Reseña: Nayeli Mateos Aroche.

ANEXOS

ANEXO A. MANUAL DEL USUARIO

**MANUAL DEL USUARIO
MATERIAL EDUCATIVO COMPUTACIONAL PARA EL ESTUDIO DE
TRANSFERENCIA DE MASA**

Autores

**AURA MARINA PORTELA ESTRADA
DIEGO ENRIQUE SANABRIA MONSALVE**

Director

**CRISOSTOMO BARAJAS FERREIRA
Ingeniero Químico MSc.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
FACULTAD DE FISICOQUIMICA
2009**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. PRESENTACION	52
2. REQUERIMIENTOS	52
2.1. Hardware	52
2.2 Software	52
3. INSTALACION	53
4. ESTRUCTURA DEL MATERIAL EDUCATIVO COMPUTACIONAL	53
4.1. Contenido	53
4.2 Interfaz	57
4.2.1 Encabezado	57
4.2.2 Barra de Herramientas	57
4.2.3 Área de trabajo	58
4.2.4 Otras Herramientas	58
4.2.5 Hipervínculo	59
4.2.6 Ayuda	59
5. RECURSO PARA LOS USUARIOS	60
5.1. Animaciones	60
5.2 Fotos	60
5.3 PDF	61
5.4 Graficas	61
5.5 Videos	62
6. PROGRAMAS	63

1. PRESENTACION

La Universidad Industrial de Santander junto con su Escuela de Ingeniería Química ha venido desarrollando diferentes software educativos que ha permitido a los estudiantes afianzar sus conocimientos en diversos temas enfocados a la Ingeniería Química, de una manera interactiva y profunda promoviendo ambientes de aprendizajes didácticos y acordes con las necesidades de los estudiantes.

Este Manual se ha realizado para la presentación de un Material Educativo Computacional para el estudio de Transferencia de Masa.

2. REQUERIMIENTOS

Para el uso y funcionamiento adecuado del Material Educativo Computacional para el Estudio de Transferencia de Masa se debe tener en cuenta los siguientes requerimientos:



2.1. Hardware: Se debe contar con un PC multimedia con mínimo 32 MB (se recomienda 64 MB) de memoria de acceso aleatorio (RAM), procesador Pentium II o superior y tarjeta de video de 2 MB o superior, unidad de CD-ROM 4X (o superior).

2.2 Software: Se debe contar con sistema operativo Windows 98, Millenium.NT, 2000, XP o superior. Los navegadores Web Internet Explorer y Mozilla Firefox entre otros, que interpretan el código, HTML generalmente, en el que está escrita la página web y lo presenta en pantalla permitiendo al usuario interactuar con su contenido y navegar hacia otros lugares de la red mediante enlaces o hipervínculos.



Se obtiene una adecuada visualización del MEC en configuraciones de pantalla con una resolución de 1024 x 768 píxeles.

3. INSTALACION

Para que un usuario tenga acceso al Material Educativo Computacional debe tener en cuenta los requerimientos para un óptimo desempeño; adicionalmente es necesaria la instalación del Acrobat Reader 7.0 o versiones posteriores además Scilab 4.1.2 o de igual forma versiones posteriores.

El CD de instalación contiene junto con el MEC el programa de Scilab 5.1 que lo encontrara en la Carpeta Programas.

¿Cómo puede el usuario instalar El Material Educativo Computacional?

1. Insertar el CD- ROM del MEC al PC.
2. En el CD aparecerán dos carpetas una contiene los programas y la otra el contenido del MEC junto con un botón llamado portada como HTML.
3. Para comenzar a navegar por el Material Educativo haga click sobre el botón portada e inmediatamente comenzara hacer uso del Material Educativo.



4. ESTRUCTURA DEL MATERIAL EDUCATIVO COMPUTACIONAL

La Estructura del Material Educativo está dividida en dos partes; la primera parte es el contenido del Material, y la segunda parte es la interfaz que permite el flujo de información entre el usuario y la computadora.

4.1. Contenido: El Material Educativo está dividido en doce capítulos de la siguiente manera:

DIFUSIVIDAD Y LOS MECANISMOS DE TRANSPORTE DE MATERIA

INTRODUCCION

0. Fundamentos de transferencia de masa.

- 0.1 Definiciones.
- 0.2 Flux molar.
- 0.3 Primera Ley de Fick.
- 0.4 Segunda Ley de Fick.
- 1. Ley de Fick de la difusión binaria (Transporte molecular de materia).**
 - 1.1 Las ecuaciones de continuidad para una mezcla binaria.
 - 1.1.1 La ecuación de continuidad para una mezcla binaria en coordenadas rectangulares.
 - 1.1.2 La ecuación de continuidad para una mezcla binaria en coordenadas cilíndricas.
 - 1.1.3 La ecuación de continuidad para una mezcla binaria en coordenadas esféricas.
 - 1.1.4 Ecuación de continuidad (Sistemas compuestos en diversos sistemas coordenados).
- 2. Dependencia de las difusividades con respecto a la temperatura y la presión.**
- 3. Teorías para la difusión.**
 - 3.1 Teoría de la difusión en gases a baja densidad.
 - 3.2 Teoría de la difusión en líquidos binarios.
 - 3.2.1 La teoría hidrodinámica.
 - 3.2.2 La teoría de Eyring del estado activado.
 - 3.2.3 Expresiones empíricas.
 - 3.3 Teoría de la difusión en suspensiones coloidales.
 - 3.4 Teoría de la difusión en polímeros.
- 4. Estimación de difusividades en gases.**
 - 4.1 Mezclas binarias a baja presión y componentes no polares.
 - 4.2 Mezclas binarias a baja presión y componentes polares.
 - 4.3 Autodifusión a alta densidad.
 - 4.4 Mezclas supercríticas.
 - 4.5 Mezclas multicomponentes a baja presión.
- 5. Estimación de difusividades en líquidos.**
 - 5.1 Teoría de Stokes-Einstein y del volumen libre.
 - 5.2 Mezclas binarias diluidas de no electrolitos: Mezclas generales.
 - 5.3 Mezclas binarias de gases en líquidos no electrolíticos de baja densidad.

- 5.4 Mezclas binarias diluidas de un no electrolito en agua.
 - 5.5 Mezclas binarias diluidas de hidrocarburos.
 - 5.6 Mezclas binarias diluidas de de no electrolitos con agua como soluto.
 - 5.7 Dispersiones diluidas de macromoléculas en no electrolitos.
 - 5.8 Mezclas binarias concentradas de no electrolitos.
 - 5.9 Mezclas binarias de electrolitos.
 - 5.10 Mezclas multicomponentes.
- 6. Difusión de fluidos en sólidos porosos.**
- 7. Transferencia de masa entre fases.**
- 7.1 Principios de transferencia de masa: Sistemas diluidos.
 - 7.2 Principios de transferencia de masa: Sistemas concentrados.
 - 7.3 HTU (Altura equivalente de una Unidad de Transferencia).
 - 7.4 NTU (Número de Unidades de Transferencia).
 - 7.5 Definiciones de coeficientes de transferencia de materia \hat{k}_G y \hat{k}_L .
 - 7.6 Teorías simplificadas sobre la transferencia de materia.
 - 7.7 Correlaciones de transferencia de materia.
 - 7.8 Efectos de la presión total sobre \hat{k}_G y \hat{k}_L .
 - 7.9 Efectos de la temperatura sobre \hat{k}_G y \hat{k}_L .
 - 7.10 Efecto de las propiedades físicas del sistema sobre \hat{k}_G y \hat{k}_L .
 - 7.11 Efecto de las elevadas concentraciones del soluto sobre \hat{k}_G y \hat{k}_L .
 - 7.12 Influencia de las reacciones químicas sobre \hat{k}_G y \hat{k}_L .
 - 7.13 Área interfacial efectiva de transferencia de materia, a .
 - 7.14 Coeficientes volumétricos de transferencia de materia $\hat{k}_G a$ y $\hat{k}_L a$.
 - 7.15 Analogía de Chilton-Colburn.
 - 7.16 Transferencia de masa en la interfase.
 - 7.17 Transferencia de masa a través de interfases.
- 8. Transporte de materia y molar por convección.**
- 8.1 Concentraciones de masa y molar.
 - 8.2 Velocidad media de masa y velocidad media molar.

- 8.3 Densidades de flujo molecular de masa y molar.
- 8.4 Densidades de flujo convectivo de masa y molar.
- 8.5 Difusión y convección.
 - 8.5.1 Convección natural.
 - 8.5.2 Convección forzada.
 - 8.5.3 Separación de la difusión y la convección.
- 8.6 Modelos de transferencia de masa convectiva.
 - 8.6.1 Teoría de la película.
 - 8.6.2 Teoría de la penetración de Higbie.
 - 8.6.3 Teoría de renovación de la superficie interfacial de Danckwerts.
 - 8.6.4 Teoría combinada de renovación de la superficie de la película.
 - 8.6.5 Teoría de estiramiento superficial.
 - 8.6.6 Modelo de la capa límite.

9. Densidades de flujo de masa y molar.

10. Ecuaciones de Maxwell-Stefan para difusión de varios componentes en gases a baja densidad.

11. Difusión binaria.

- 11.1 Evaluación del flux molar.
 - 11.1.1 Contradifusión Equimolar.
 - 11.1.2 Concentraciones diluidas.
 - 11.1.3 Catalizador poroso.
 - 11.1.4 Difusión a través de un gas estancado.
 - 11.1.5 Convección forzada.
- 11.2 Condiciones de frontera.
- 11.3 Modelo de difusión sin reacción química.
- 11.4 Modelo de difusión con reacción química.

12. Distribuciones de concentración en sólidos y en flujo laminar.

- 12.1 Difusión a través de una película gaseosa estancada.
- 12.2 Difusión con reacción química heterogénea.
- 12.3 Difusión con reacción química homogénea.
- 12.4 Difusión y reacción química en el interior de un catalizador poroso.

4.2 Interfaz: Interfaz hace referencia al conjunto de métodos para lograr interactividad entre un usuario y una computadora.

4.2.1 Encabezado: El encabezado consta de tres parte; el margen izquierdo, en el cual encontramos el Logotipo de la Universidad Industrial de Santander; en la parte central encontramos el Título del Material Educativo junto con la información que dicho material pertenece a la Escuela de Ingeniería Química y por ultimo en el margen derecho encontramos una Animación que hace referencia a la Transferencia de Masa.

El Logotipo tiene la opción de enlazarse con la página Web principal de la Universidad Industrial de Santander haciendo click sobre este.



4.2.2 Barra de Herramientas: Está compuesta por 7 iconos, que permiten al usuario tener diferentes opciones de navegación sobre el material. Esta barra se encuentra fija bajo el encabezado; cada icono se abre como una ventana diferente sin tener que volver a abrir nuevamente al material.



Portada: Página principal del Material Educativo Computacional.



Índice: Contiene una lista ordenada de los capítulos contenidos en el Material Educativo.



Biografías: Presenta información sobre los Autores e Investigadores que han contribuido al desarrollo de los temas tratados.



Glosario: Repertorio de palabras difíciles o dudosas con su explicación que se consideran complejas para el usuario.



Bibliografía: Relación de la información (libros, artículos, revistas, Internet, etc.) que ha servido de base para el desarrollo del Material Educativo Computacional.

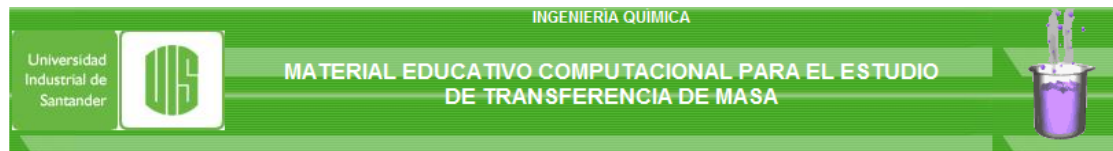


Manual del usuario: Guía de manejo del Material Educativo Computacional.



Nomenclatura: Reúne el significado, dimensiones, y unidades de los diferentes símbolos que se presentan en el Material Educativo Computacional.

4.2.3 Área de trabajo: Es el área en donde se presenta la información que el usuario solicita. Se encuentra debajo de la Barra de Herramientas.



0. Fundamentos de transferencia de masa

0.1 Difusión

La transferencia de masa por lo regular se refiere a cualquier proceso en la **difusión** desempeña un papel importante. La **difusión** se define como el mezclado espontaneo de átomos o moléculas por su movimiento térmico aleatorio, dando pie a un movimiento a la especie relativo al movimiento de la mezcla.

AREA DE TRABAJO

4.2.4 Otras Herramientas: También se han desarrollado herramientas como algunos iconos adicionales que le dan al usuario mayores posibilidades de comprensión y navegabilidad.



Atrás: Desplazamiento a la página anterior consultada. Este se encuentra en la parte superior e inferior del área de trabajo.



Siguiente: Desplazamiento a la página siguiente, previamente consultada. Este se encuentra en la parte superior e inferior del área de trabajo.



PDF: Le informa al usuario que el vínculo dispuesto, lo lleva a un archivo PDF donde encontrará información más detallada sobre el tema que consulta.

Ejercicios: Se encuentra en la parte inferior de la página; estos recopilan una serie de ejercicios relacionados con la Transferencia de Masa.

Tablas: Se encuentra en la parte inferior de la página; reúne las tablas de las diferentes Correlaciones para la Transferencia de Materia nombradas a lo largo del Material.

Anexos: Se encuentra en la parte inferior de la página; es información adicional que el usuario puede utilizar.

Información: Ofrece información general sobre las personas que han desarrollado el Material Educativo Computacional, y así el usuario puede tener la facilidad de comunicarse con ellos si presentan alguna dificultad durante el manejo del material.

4.2.5 Hipervínculo: Durante la consulta y el estudio del Material Educativo Computacional el usuario encontrará palabras escritas en verde, estas palabras son hipervínculos que lo conducen a páginas con mayor información dentro del mismo Material Educativo que se abren como paginas independientes sin alterar el estudio que realiza en ese momento.

4.2.6 Ayuda: Durante la consulta del Material Educativo Computacional el usuario encontrará palabras escritas en rojo, el significado de estas palabras las podemos encontrar en el icono glosario localizado en la Barra de Herramientas; podemos tener acceso al glosario haciendo click sobre el icono, y así se abrirá una ventana con un archivo en PDF donde encontraremos cada una de las palabras descritas a lo largo del material.

5. RECURSO PARA LOS USUARIOS

El Material Educativo Computacional tiene una gran variedad de información prestada en forma de imágenes, animaciones, programas, hipertextos; recursos que ayudan al usuario comprender mejor el tema de Transferencia de Masa.

A continuación se aclarara las ventajas de los anteriores recursos.

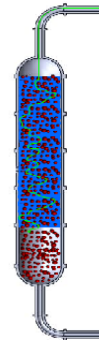
5.1. Animaciones: El Material presenta una serie de animaciones que permiten entender, comprender y visualizar al usuario de manera didáctica el fenómeno de Transporte que se puede estar explicando en ese momento, además permite al mismo tener un enfoque más detallado del tema, siendo las animaciones un recurso que permiten aclarar tema tratado.



7.6 Teorías simplificadas sobre Transferencia de Materia.

En ciertas situaciones sencillas, los coeficientes de transferencia de materia se pueden calcular a partir de ciertos principios básicos. Las teorías de película, de la penetración y de la renovación superficial son intentos de extender estos cálculos teóricos a situaciones más complejas. Aunque estas teorías a menudo no son seguras, son útiles para proporcionar una imagen física para las variaciones en el coeficiente de transferencia de materia.

Para el caso especial de la difusión unidireccional en régimen estacionario de un componente a través de una película de gas inerte, en un sistema de gas ideal, la velocidad de transferencia de materia se obtiene,



5.2 Fotos: Al igual que las animaciones estas están presentes en algunas partes del Material Educativo siendo referencias del tema que se trata en ese momento.

5.3 PDF: Los PDF están diseñados en este material como un documento complementario del tema que se está estudiando en ese momento en la página Web. Se presentan como hipervínculos que permiten al usuario navegar sobre el Material Educativo.



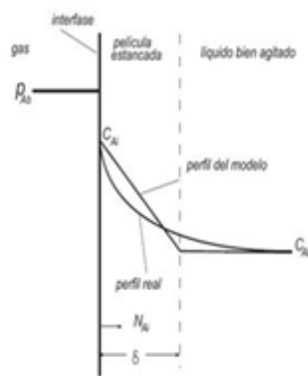
4.3 Autodifusión a alta presión

El criterio de alta presión es vago. Para la mayoría de los gases "permanentes", como los constituyentes mayoritarios del aire, significaría $P > 70$ atm. De momento, no son posibles predicciones precisas de coeficientes de autodifusión para mezclas gaseosas densas. Una razón para esto es la variedad de los datos. La mayoría de los experimentos de difusión a alta presión han medido coeficientes de autodifusión. La observación general es que el producto DP es casi constante a bajas presiones, pero no es constante a presiones altas, disminuyendo a medida que aumenta la presión. Además, aunque a baja presión los efectos de la composición sobre la difusividad resultan despreciables, estos efectos no pueden despreciarse a alta presión.



[4.3 autodifusión a alta presión](#)

5.4 Graficas: Permiten ilustrar y complementar el contenido expuesto textualmente facilitando su comprensión y estudio.



Grafica del capítulo 8.6.1
TEORIA DE LA PELICULA

Figura 1. Representación del modelo de la película para un sistema gas-liquido.

Todos estos recursos fueron necesarios elaborarlos para una mejor comprensión y facilidad de estudio para el usuario cuando de Transferencia de Masa se trata.

5.5 Videos: Constituyen un material didáctico que hacen referencia del fenómeno que se trata en ese momento. Estos videos el usuario los puede visualizar si tiene conexión a Internet debido que fueron copiados de YouTube, de otra forma le aparecerá un marco en blanco.



0. Fundamentos de transferencia de masa

0.1 Difusión

La transferencia de masa por lo regular se refiere a cualquier proceso en la **difusión** desempeña un papel importante. La **difusión** se define como el mezclado espontaneo de átomos o moléculas por su movimiento térmico aleatorio, dando pie a un movimiento a la especie relativo al movimiento de la mezcla.

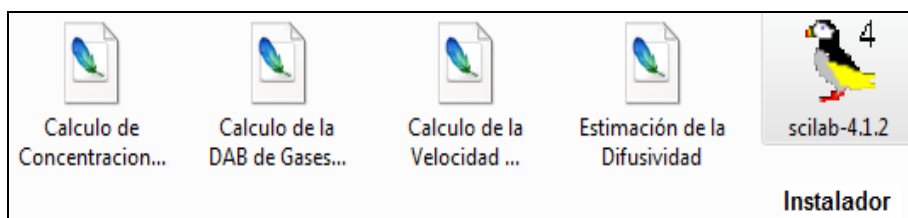


6. PROGRAMAS

Los programas encontrados en el interior del Material Educativo Computacional están elaborados en Scilab 4.1.2; al dar click sobre la carpeta de programas se abre una ventana donde el usuario encontrara los siguientes programas:

1. Cálculo de concentraciones, velocidades de difusión y fluxes.
2. Cálculo de la difusividad de masa para gases monoatomicos.
3. Calculo de la Velocidad de evaporación.
4. Estimación de la difusividad a bajas densidades.

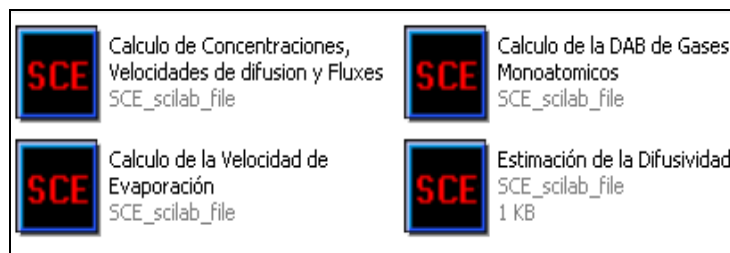
En esta carpeta de programas el usuario encontrara el instalador del Scilab si no lo posee; código en el cual fueron diseñados los ejercicios.



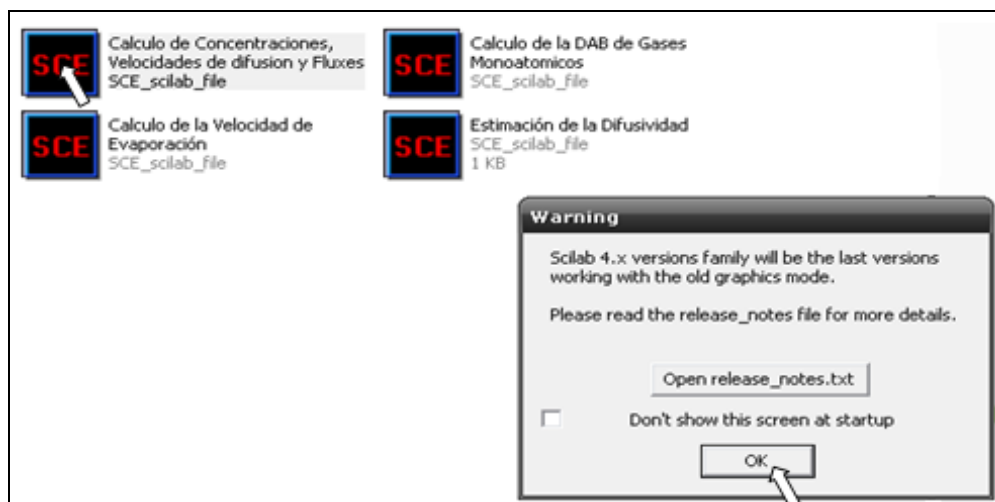
La solución de estos ejercicios el usuario también podrá encontrarla en el icono ejercicios; estos programas fueron elaborados con el fin de calcular de una manera más rápida los diferentes parámetros que se piden en cada problema.

A continuación se presentara de manera detallada la forma en la cual el usuario utilizara el programa.

Paso 1. Dar click sobre el icono de programa aparecerá la siguiente ventana.



Paso 2. El siguiente paso es utilizar el programa con el cual se le puede dar solución al problema que el usuario necesita, por ejemplo;



Al dar click sobre el programa, en este caso el del Cálculo de Concentraciones, Velocidades de difusión y fluxes, se despliega una ventana secundaria el cual se dará ok con el objetivo de iniciar a trabajar.

Paso 3. En el momento que el usuario de ok podrá tener acceso al código del programa y podrá iniciar la ejecución del programa.

```

SciPad 6.129.BP2 - Calculo de Concentraciones, Velocidades de difusion y Flu...
File Edit Search Execute Debug Scheme Options Windows Help
1 |clc
2 clear
3 disp('Calculo de Concentraciones, Velocidades de difusion y Fluxes')
4 T=input("Ingrese el valor de la temperatura de la Mezcla (°C)")
5 P=input("Ingrese el valor de la Presión de la Mezcla (atm)")
6 R=input("Ingrese el valor de la Constante de los Gases en ((atm*cm^3)/(mol*K))")
7 MA=input("Ingrese el valor del Peso Molecular de la especie A (g/mol)")
8 MB=input("Ingrese el valor del Peso Molecular de la especie B (g/mol)")
9 yA=input("Ingrese el valor de la Fracción molar de la especie A")
10 vA=input("Ingrese el valor de la Velocidad perteneciente a la especie A (cm/s)")
11 vB=input("Ingrese el valor de la Velocidad perteneciente a la especie B (cm/s)")
12
13 disp('Calculo de la Fracción Molecular de la especie B')
14
15 yB=1-yA
16
17 disp('Calculo del Peso Molecular de la Mezcla (g/mol)')
18
19 M=(yA*MA)+(yB*MB)
20
21 disp('Calculo de la Presión en la Mezcla y las Presiones Parciales A y B (atm)')
22
23 //Considerando la Mezcla como Gas Ideal
24
25 P=1
26 pA=P*yA
27 pB=P*yB
28
29 disp('Calculo de la Densidad en la Mezcla y las Densidades Parciales de A y B')
Line: 1 Column: 1 Logical line: 1

```

Esta ejecución iniciara en el momento que el usuario selecciona Load into Scilab, inmediatamente notara que la línea de color azul cambiara amarilla.

```

SciPad 6.129.BP2 - Calculo de Concentraciones, Velocidades de difusion y Flu...
File Edit Search Execute Debug Scheme Options Windows Help
1 clc
2 clear
3 disp('Calculo de Concentraciones, Velocidades de difusion y Fluxes')
4 T=input('Ingrese el valor de la Temperatura de la Mezcla (^C)')
5 P=input('Ingrese el valor de la Presion de la Mezcla (atm)')
6 R=input('Ingrese el valor de la Constante de los Gases en ((atm*cm^3)/(mol*K))')
7 MA=input('Ingrese el valor del Peso Molecular de la especie A (g/mol)')
8 MB=input('Ingrese el valor del Peso Molecular de la especie B (g/mol)')
9 yA=input('Ingrese el valor de la Fraccion molar de la especie A')
10 vA=input('Ingrese el valor de la Velocidad perteneciente a la especie A (cm/s)')
11 vB=input('Ingrese el valor de la Velocidad perteneciente a la especie B (cm/s)')
12
13 disp('Calculo de la Fraccion Molecular de la especie B')
14
15 yB=1-yA
16
17 disp('Calculo del Peso Molecular de la Mezcla (g/mol)')
18
19 M=(yA*MA)+(yB*MB)
20
21 disp('Calculo de la Presion en la Mezcla y las Presiones Parciales A y B (atm)')
22
23 //Considerando la Mezcla como Gas Ideal
24
25 P=1
26 pA=P*yA
27 pB=P*yB
28
29 disp('Calculo de la Densidad en la Mezcla y las Densidades Parciales de A y B')

```

Line: 1 Column: 1 Logical line: 1

Paso 4. A continuación se ingresan los datos. Se le aconseja al usuario tener en cuenta las unidades con las cuales el programa trabaja; en el caso de ingresar un dato con una unidad diferente obtendrá resultados erróneos. Cada dato lo pide el programa dando Enter, y al finalizar podrá tener su resultado.

```

scilab-4.1.2 (0)
File Edit Preferences Control Editor Applications ?
Calculo de Concentraciones, Velocidades de difusion y Fluxes
Ingrese el valor de la Temperatura de la Mezcla (^C)-->21
T =
21.
Ingrese el valor de la Presion de la Mezcla (atm)-->1
P =
1.
Ingrese el valor de la Constante de los Gases en ((atm*cm^3)/(mol*K))-->82.05
R =
82.05
Ingrese el valor del Peso Molecular de la especie A (g/mol)-->32
MA =
32.
Ingrese el valor del Peso Molecular de la especie B (g/mol)-->44
MB =
44.
Ingrese el valor de la Fraccion molar de la especie A-->0.4
yA =
0.4
Ingrese el valor de la Velocidad perteneciente a la especie A (cm/s)-->8
vA =
8.
Ingrese el valor de la Velocidad perteneciente a la especie B (cm/s)-->-2
vB =
-2.

```

```
scilab-4.1.2 (0)
File Edit Preferences Control Editor Applications ?
Calculo de la Fracción Molecular de la especie B
yB =
    0.6
Calculo del Peso Molecular de la Mezcla (g/mol)
M =
    39.2
Calculo de la Presión en la Mezcla y las Presiones Parciales A y B (at
m)
P =
    1.
pA =
    0.4
pB =
    0.6
Calculo de la Densidad en la Mezcla y las Densidades Parciales de A y
B (g/cm3)
g =
    0.0016250
gA =
    0.0005306
gB =
    0.0010944
```