

DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA INTERACTIVA PARA EL ACOMPAÑAMIENTO  
DEL APRENDIZAJE EN LA ASIGNATURA DE BIOPROCESOS

DIEGO FLAMINIO ÁLVAREZ FLÓREZ  
OLGA JULIANA REYES VALDÉS

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

2009

DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA INTERACTIVA PARA EL ACOMPAÑAMIENTO  
DEL APRENDIZAJE EN LA ASIGNATURA DE BIOPROCESOS

DIEGO FLAMINIO ÁLVAREZ FLÓREZ  
OLGA JULIANA REYES VALDÉS

Trabajo de Grado requerido como requisito para optar el título de Ingeniero  
Químico

Director  
ÁLVARO RAMÍREZ GARCÍA  
Ingeniero Químico. Ph.D.

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

2009



*A Dios,  
por su ayuda y fortaleza.*

*A mi abuela  
por su total apoyo y sacrificios día tras día  
en mi formación personal.*

*A mis padres y hermanos,  
por ser un valioso estímulo y motivación  
en mi vida*

*DIEGO*

*A mi hermano  
por sus aportes y orientación.*

*Especialmente a mi madre  
por su infinito amor, apoyo y comprensión...*

*JULIANA*

## AGRADECIMIENTOS

*Mis más sinceros agradecimientos:*

*A mi abuela y mis padres por su apoyo incondicional y motivación durante mi proceso de formación, el cual sin duda alguna fue de vital importancia en mi desempeño académico y desarrollo personal.*

*Al Dr. Álvaro Ramírez García por su apoyo y colaboración en la realización del proyecto además de sus valiosos aportes a mi desarrollo profesional.*

*Al profesor José Andrés Pérez Mendoza por su orientación, apoyo y contribución en el desarrollo y estructuración del proyecto.*

*A Olga Juliana Reyes Valdés por ser una excelente compañera de proyecto e incondicional amiga. Que con su esmero y compromiso se convirtió en una pieza fundamental en el desarrollo del trabajo de grado. Además de ser una valiosa compañía durante mi transcurso en la universidad.*

*A mis amigos por estar a mi lado en esta etapa de mi vida, por su apoyo y compañía durante los buenos y malos momentos en estos últimos cinco años.*

**DIEGO**

## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco infinitamente a mi madre, quien no sólo ha sido un apoyo incondicional durante toda mi formación académica y personal, sino un ejemplo a seguir y una persona de admirar, sin todo su sacrificio y esmero esto nunca hubiese sido posible.*

*A mi hermano por toda la orientación que me ha brindado durante mi desarrollo profesional, por su apoyo y consejos, y especialmente por haber sido en más de una ocasión como un segundo padre.*

*A mi padre, mi hermana y mi familia por el cariño que me han brindado.*

*Al Dr. Alvaro Ramírez García, por motivarme siempre a seguir adelante y por sus aportes durante el proyecto y mi formación profesional.*

*Al profesor Jose Andrés Pérez por el gran interés hacia el proyecto, su valiosa orientación y su gran colaboración.*

*A Diego Álvarez Flórez, no sólo por todo su trabajo, esmero y dedicación durante la realización del proyecto, por ser un excelente compañero de trabajo, por haber compartido y seguir compartiendo muchísimos momentos agradables, y sobre todo por ser un amigo incondicional.*

*A mis amigos por acompañarme durante esta etapa de mi vida, por compartir momentos buenos y malos, y brindarme un palabra de apoyo o una sonrisa siempre que lo necesité.*

JULIANA

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN .....	1
1. PRESENTACION DEL PROYECTO .....	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.2. OBJETIVOS .....	4
1.2.1. Objetivo General .....	4
1.2.2. Objetivos Específicos.....	4
2. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO .....	5
2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS MECs SEGÚN EL ENFOQUE EDUCATIVO.....	6
2.2.1. Enfoque algorítmico .....	6
2.2.2. Enfoque Heurístico .....	6
2.3. ASPECTOS IMPORTANTES EN CUANTO AL DESARROLLO .....	6
2.3.1. Diseño educativo .....	6
2.3.2. Diseño de navegación .....	7
2.3.3. Diseño de interfaz .....	7
2.3.4. Consideraciones cognitivas .....	7
2.3.3. Consideraciones estéticas .....	7
3. METODOLOGÍA .....	8
3.1. DETERMENACIÓN DE LA NECESIDAD DE UNA HERRAMIENTA EDUCATIVA COMPUTARIZADA PARA BIOPROCESOS.....	9
3.2. PLANTEAMIENTO Y ESTRUCTURACIÓN DE CONTENIDOS .....	9
3.2.1 Conceptos básicos.....	9
3.2.2. Crecimiento celular .....	10
3.2.3. Diseño de biorreactores .....	10
3.2.4. Recuperación de productos .....	11
3.2.5. Tratamiento de efluentes .....	11
3.2.6. Visitas Industriales .....	12
3.3. ENFOQUE Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA HERRAMIENTA INTERACTIVA.....	12
3.3.1. Teoría del módulo .....	12
3.3.2. Evaluación del módulo .....	13
3.3.3. Ejercicios de aplicación.....	13
3.3.4. Bibliografía.....	14
3.3.5. Elección de los recursos computacionales .....	14

3.4. DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA.....	15
3.4.1. Revisión bibliográfica .....	15
3.4.2. Síntesis y desarrollo del contenido .....	15
3.4.3. Realización de animaciones, imágenes y videos.....	15
3.4.4. Creación de las evaluaciones .....	16
3.4.5. Planteamiento y solución de los ejercicios.....	16
3.4.6. Referencias bibliográficas .....	17
3.5. GESTIÓN DE LAS VISITAS INDUSTRIALES .....	17
3.6. DISEÑO Y CREACIÓN DEL ENTORNO VISUAL.....	18
3.7. MONTAJE Y EMSAMBLE DE LA HERRAMIENTA.....	19
3.8. EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA HERRAMIENTA INTERACTIVA ....	20
3.8.1. Evaluación experta .....	20
3.8.2. Evaluación por parte del Usuario.....	20
3.9. OPTIMIZACIÓN DE LA HERRAMIENTA .....	20
3.9.1. Inclusión de videos .....	20
3.9.2. Creación y montaje del botón atrás/adelante.....	20
3.10. ELABORACIÓN DEL MANUAL DEL USUARIO.....	21
4. RESULTADOS Y ANALISIS .....	22
4.1. EVALUACIÓN POR PARTE DEL USUARIO .....	22
5. CONCLUSIONES .....	24
6. RECOMENDACIONES .....	25
BIBLIOGRAFÍA .....	26
ANEXOS .....	28

## LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

	Pág.
Figura 1. Esquema de las etapas realizadas en la metodología .....	8
Figura 2. Distribución de los marcos en la plantilla .....	18
Tabla 1. Programas requeridos y utilización para el desarrollo del proyecto .....	14
Tabla 2. Resultados de la evaluación y validación por parte del usuario .....	35

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A: METODOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO DE MATERIALES EDUCATIVOS .....	28
ANEXO B: ENCUESTA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD DE UNA HERRAMIENTA INTERACTIVA DE BIOPROCESOS .....	30
ANEXO C: CONTENIDOS DE LOS MÓDULOS.....	32
ANEXO D: INFORMACIÓN VISITAS INDUSTRIALES.....	35
ANEXO E. ENCUESTA DE SATISFACCIÓN VISITAS INDUSTRIALES REALIZADAS.....	36
ANEXO F: COMPOSICIÓN DEL ENTORNO GRÁFICO .....	37
ANEXO G. FORMATO DE LA VALIDACIÓN Y EVALUACIÓN FINAL .....	39
ANEXO H: GUÍA PARA LA REALIZACIÓN DE MODIFICACIONES Y MEJORAS POSTERIORES A LA HERRAMIENTA .....	40
ANEXO I. CARTAS DE CONFIRMACIÓN DE LAS VISITAS INDUSTRIALES.....	43

## RESÚMEN

**TÍTULO:** DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA INTERACTIVA PARA EL ACOMPAÑAMIENTO DEL APRENDIZAJE EN LA ASIGNATURA DE BIOPROCESOS\*.

**AUTORES:** Diego Álvarez Flórez, Olga Juliana Reyes Valdés\*\*.

**PALABRAS CLAVES:** Bioprocesos, Herramienta interactiva, enseñanza, aprendizaje.

Se diseñó y elaboró un material educativo computacional de fácil para el acompañamiento en el proceso enseñanza-aprendizaje de la asignatura de bioprocesos, con el fin de brindar una información completa y sintetizada a los estudiantes y motivar el auto-aprendizaje de los mismos, además de ofrecer al docente una guía de los contenidos teóricos a tratar en la asignatura.

Para la realización de la herramienta educativa primero se identificaron los problemas existentes, sus causas y posibles soluciones. Luego se estructuraron los contenidos teóricos tomando como base el programa propuesto por la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander y se gestionaron visitas técnicas relacionadas con la temática tratada en la herramienta. Se definieron las estrategias y recursos computacionales a utilizar, finalmente se realizó el montaje, evaluación y validación de la herramienta educativa computacional.

Al culminar el proyecto, se obtuvo un material educativo computarizado con un entorno amigable de fácil uso, que permite recorrer la información de una manera no lineal y que contiene una teoría clara y sencilla de entender apoyada en diversos recursos informáticos que motivan al estudiante al estudio de la asignatura, le permiten cuantificar su aprendizaje por medio de evaluaciones interactivas y se convierte en un apoyo en el proceso enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Bioprocesos.

---

\* Trabajo de Grado.

\*\* Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Escuela de Ingeniería Química. Director: Dr. Álvaro Ramírez García. Codirector: Ing. José Andrés Pérez Mendoza.

## ABSTRACT

**TITLE:** DESIGN OF A COMPUTATIONAL TOOL FOR THE ACCOMPANIMENT OF THE LEARNING OF BIOPROCESS\*.

**AUTHOR:** Diego Alvaréz Flórez, Olga Juliana Reyes Valdés\*\*.

**KEY WORDS:** Bioprocess, interactive tool, teaching, learning.

### DESCRIPTION

A computational-friendly material was designed and developed to accompany the teaching-learning process of Bioprocess subject, to provide a comprehensive and synthesized information, which motivates the study of the subject and the self-learning of the students, which also offers to the teachers a guide of the theoretical contents to be covered in the course.

The first step for the realization of the educational tool was identified the main problems, their causes and their possible solutions. After that, the theoretical contents were structured, based on the program proposed by the department of Chemical Engineering of the Industrial University of Santander and technical visits that are related with the topics treated in the tool were managed. Finally the strategies and computational resources were defined and assembly, the evaluation and validation of computational educational tool were done.

At the end of the project was obtained a computerized educational material with friendly surroundings of easy use, which allows to browse the information in a nonlinear way, and which contains a clear theory easy to understand supported by various computer resources that motivate the students to study the subject, and allow them to quantify their learning through interactive assessments and which becomes an important support in the teaching-learning process of the of Bioprocess subject.

---

\* Graduation Project.

\*\* Engineering Physical-Chemical Faculty, Department of Chemical. Director: Dr. Álvaro Ramírez García. Codirector: Ing. José Andrés Pérez Mendoza.

## INTRODUCCIÓN

El avance de la ciencia y la tecnología en los últimos años ha integrado los campos de la biología, la bioquímica, la microbiología, la genética y la ingeniería en una herramienta conocida como biotecnología, cuyo propósito es utilizar sistemas biológicos en procesos para aplicaciones industriales.

Para el ingeniero químico el conocimiento general de las ciencias básicas y los principios de la ingeniería son necesarios para poderse desempeñar en forma competente en los diferentes campos de la Ingeniería de Bioprocesos, por lo cual, durante el estudio de los Bioprocesos se deben aplicar los conceptos básicos y principios que se han aprendido a lo largo de la carrera y relacionarlos con los conceptos que se introducen a lo largo de la asignatura de Bioprocesos, de tal forma que se logre en el estudiante la apropiación del conocimiento, y éste adquiera la capacidad de diseñar, operar y controlar diversos procesos biológicos, los cuales, tienen características muy diferentes a los procesos químicos tradicionales.

Por ser Bioprocesos una materia relativamente nueva en el pensum académico de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander, no se cuenta con el material bibliográfico adecuado para su estudio, sumado esto, muchos de los estudiantes no reconocen la gran importancia y aplicabilidad de la asignatura, razón por la cual no muestran el interés adecuado y la motivación por aprender e informarse.

Para dar solución a la problemática anterior, se propone un material educativo de fácil acceso para los estudiantes (tanto por disponibilidad como por costos), esta herramienta contiene una información completa acerca de la asignatura, presentada de forma clara y sencilla. El objetivo principal de esta herramienta es motivar el auto-aprendizaje del usuario, a través de diversos recursos interactivos, que le permiten cuantificar su aprendizaje y avanzar a su propio ritmo.

Por el hecho de, ser una asignatura de gran aplicabilidad, para lograr un aprendizaje significativo, es necesario que los estudiantes conozcan los procesos que se realizan a nivel industrial, para esto, se gestionaron un total de 6 visitas técnicas en diversas empresas, las cuales se realizarán durante el transcurso del segundo semestre académico del año 2009 y se espera que a partir de los contactos establecidos con las empresas, los docentes de la asignatura den continuidad a las visitas semestre tras semestre.

Durante el proceso de diseño y desarrollo del proyecto se contó con la orientación y colaboración de uno de los docentes de la asignatura, el cual fue un soporte para la estructuración de los contenidos teóricos y la metodología de presentación de los mismos. Al finalizar la herramienta computacional se realizó una prueba adicional de validación por parte del usuario, para la cual se contó con 80 estudiantes que cursaban la asignatura, mostrando gran aceptación por parte de los mismos, por lo que se espera que tanto estudiantes como docentes se apropien de la herramienta interactiva convirtiéndose así en acompañante y apoyo del proceso enseñanza-aprendizaje a lo largo del desarrollo de la asignatura de Bioprocesos.

# **1 FORMULACIÓN DEL PROYECTO**

## **1.1 DESCRIPCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La asignatura de Bioprocesos fue introducida al plan de estudios de la escuela de Ingeniería Química a partir de la reforma académica puesta en vigencia en el año 2006. Debido a que es una asignatura relativamente nueva y no ha habido continuidad en el personal docente a cargo, no se ha logrado tener una consistencia en los contenidos dictados semestre tras semestre, pasando por alto temas de vital importancia propuestos en el programa académico de la asignatura.

Por otro lado la Universidad Industrial de Santander y en especial la Escuela de Ingeniería Química carecen del material bibliográfico requerido por los estudiantes para el estudio de la asignatura limitando así el aprendizaje de la misma. Sumado a esto, los estudiantes no le han dado la importancia que requiere la asignatura, sin notar las innumerables aplicaciones de los Bioprocesos en las áreas de la Ingeniería Química y el acelerado crecimiento de la industria biotecnológica además de los beneficios sociales y económicos que ésta conlleva.

## **1.2 IMPACTO ESPERADO**

Al terminar el proyecto, se espera que los estudiantes que cursen la asignatura de bioprocesos, tengan acceso a una herramienta interactiva computarizada, que les proporcione una información completa, estructurada y sintenizada; que les permita auto evaluarse por medio de recursos interactivos y los incentive al autoaprendizaje e investigación de la asignatura.

Además se espera que la herramienta sirva como un material de apoyo para el docente, brindándole una estructuración de las temáticas que le permita avanzar con mayor agilidad durante el curso, logrando así abordar la totalidad del programa propuesto por la Escuela de Ingeniería Química.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo general**

- Diseñar y aplicar una herramienta educativa computacional de apoyo didáctico que facilite y complemente los procesos de aprendizaje de los estudiantes que cursen la asignatura de Bioprocesos.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Proporcionar a los estudiantes una herramienta interactiva con una interfaz agradable y de fácil manejo que mediante diferentes recursos pedagógicos como videos, evaluaciones interactivas, ejercicios, teoría y visitas técnicas incentive el estudio y aprendizaje de la asignatura de Bioprocesos.
- Proveer al profesor encargado de la asignatura de Bioprocesos una herramienta que pueda ser utilizada como guía de los contenidos a tratar durante el periodo académico.
- Facilitar a los estudiantes una herramienta asequible en la cual encuentren una síntesis completa de la temática a tratar en la asignatura de Bioprocesos y además les permita cuantificar su aprendizaje.
- Gestionar visitas técnicas que fortalezcan el aprendizaje de los temas tratados en la asignatura mediante la observación de las aplicaciones industriales de los mismos.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO MEC<sup>1</sup>

El Material Educativo Computarizado, es una herramienta que permite el desarrollo del proceso de enseñanza – aprendizaje de una manera más eficiente, facilitando a su vez el manejo y apropiación del conocimiento por parte de estudiantes y profesores. Por lo cual uno de los elementos más importantes en el diseño de los MECs, es el de crear entornos de aprendizaje participativos, donde los estudiantes sean parte activa de la construcción del conocimiento. Basados en este esquema un MEC debe poseer los siguientes atributos:

- Ser un material interesante y estimulante.
- Comprometer a los estudiantes a su nivel de comprensión.
- Explicar el contenido utilizando un lenguaje claro y apropiado.
- Ser adaptable o modificable ante nuevas demandas.

Es necesario que haya una total claridad respecto a los objetivos que se persiguen con la utilización del Material Educativo Computarizado. Un buen Material Educativo Computarizado debe contener una descripción de los objetivos desde el punto de vista académico del mismo, los cuales pueden estar dentro del material o tener una referencia a un documento donde se encuentre una explicación clara y concisa.

También debe contener una evaluación apropiada. Dado que se pretende crear un entorno de aprendizaje un tanto diferente, se requiere de igual forma repensar los mecanismos de evaluación, tratando de que no sean competitivos sino colaborativos. Para lograr esto deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Aplicar métodos de evaluación apropiados, cuyo propósito debe ser claramente entendido.

---

<sup>1</sup> ALVARADO, Armando. Congreso Colombiano de Informática Educativa. Ambientes Educativos computarizados. Bogotá, 1992. P 7-37.

- Dar retroalimentación de calidad al trabajo del estudiante.

Llegar a este tipo de productos, requiere de una revisión y reflexión teórica para acompañar la creación de este nuevo ambiente de aprendizaje. Es indispensable reconocer las metodologías de desarrollo de estas herramientas existentes<sup>2</sup> para poder seleccionar la más adecuada.

## **2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS MECs SEGÚN EL ENFOQUE EDUCATIVO**

Los materiales educativos computarizados pueden clasificarse según el enfoque educativo que tengan. Entre los principales se encuentran: algorítmico y heurístico, los cuales se basan en las corrientes pedagógicas, y que conducen a los diferentes tipos de material computarizado, dependiendo de la función que intentan apoyar y del enfoque educacional que da soporte a la misma.

**2.2.1 Enfoque Algorítmico:** En este enfoque el diseñador, trata de captar secuencias bien diseñadas de aquellas actividades que orientan al educando desde dónde está hacia dónde desea llegar. Con este tipo de material, el usuario trata de asimilar al máximo lo que se le transmite. En esta categoría de material computarizado, se usa el sistema tutorial, el sistema ejercitación y la práctica.

**2.2.2 Enfoque Heurístico:** En este enfoque el diseñador se encarga de crear ambientes aptos para que el usuario explore utilizando una serie de conjeturas. En esta categoría de material computarizado, se usan simuladores, juegos educativos, lenguajes sintónicos y algunos sistemas expertos.

## **2.3 ASPECTOS IMPORTANTES EN CUANTO AL DESARROLLO**

### **2.3.1 Diseño educativo**

Es un proceso que permite traducir los principios pedagógicos del aprendizaje y de la instrucción en un plan de acción para desarrollar materiales educativos, recursos de información y evaluación. El diseño educativo permite desarrollar el

---

<sup>2</sup> Ver Anexo A.

plan paso a paso y los resultados sirven de insumo a los pasos consecutivos, es decir, cada uno de los componentes del sistema (objetivos, estrategias, recursos materiales e instrumentos de evaluación) son considerados en relación a cada uno de los otros en una secuencia de procesos ordenados pero flexibles.

### **2.3.2 Diseño de navegación**

Consiste en la estructuración del proyecto en partes, estableciendo las especificaciones de recorrido, lo cual facilita la construcción de prototipos y la visualización general del mismo. Expertos señalan que la forma en la cual se organiza el material tendrá tanto impacto en la persona que lo vea, como el contenido en sí mismo.

### **2.3.3 Diseño de interfaz**

La interfaz del usuario en un proyecto multimedia es una combinación de sus elementos gráficos y su sistema de navegación. Es importante cuidar el diseño, para asegurar el interés y la facilidad de acceso. Estas interfaces incluyen elementos como: menús, ventanas, íconos, botones, barras de desplazamiento, tareas, desplegados y todos aquellos canales por los cuales se permite la comunicación entre el hombre y la computadora.

### **2.3.4 Consideraciones cognitivas**

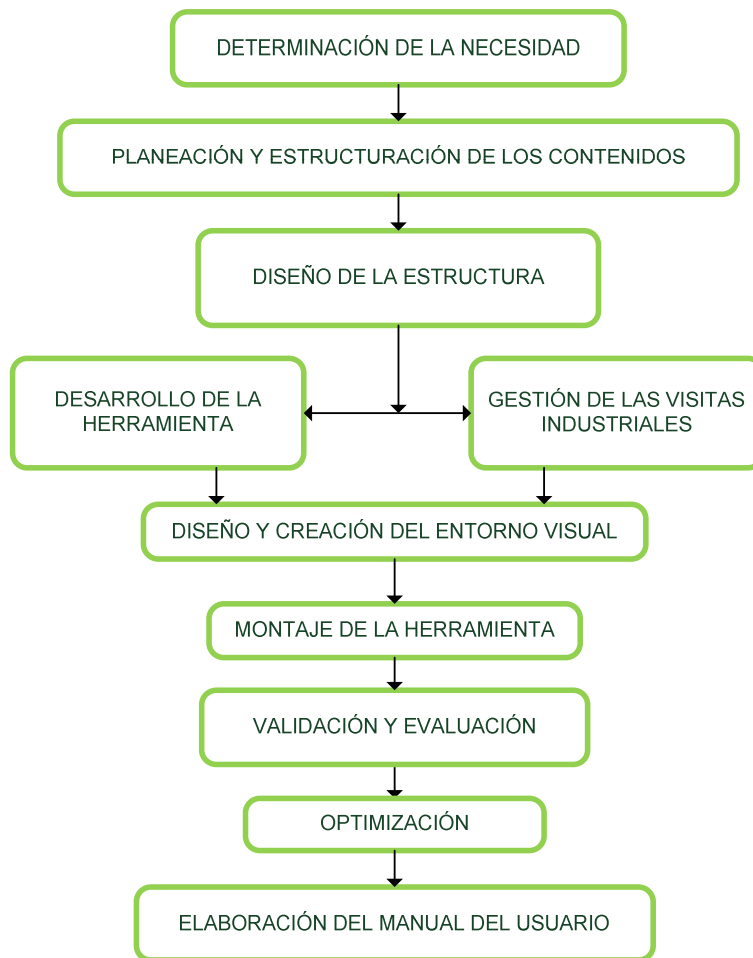
Al diseñar interfaces de usuario deben tenerse en cuenta las habilidades cognitivas y de percepción de las personas, y adaptar el programa a estas. Una de las cosas más importantes de una buena interfaz, consiste en reducir la dependencia de las personas de su propia memoria, no forzándoles a recordar cosas innecesariamente (por ejemplo, información que apareció en una pantalla anterior) o a repetir operaciones ya realizadas.

### **2.3.5 Consideraciones estéticas**

No se deben colocar demasiados objetos en la pantalla, y los que existen deben estar bien distribuidos. Cada elemento visual influye en el usuario no sólo por sí mismo, sino también por su combinación con el resto de elementos presentes en la pantalla.

### 3 METODOLOGÍA

Durante cada una de las etapas de planeación y desarrollo de una herramienta educativa computarizada, son múltiples los aspectos que se deben tener en cuenta para que el resultado sea un material práctico, asequible y de gran calidad académica y técnica. En la figura 1 se muestra de forma general la metodología seguida a lo largo del proyecto. Cada una de las etapas es explicada en detalle más adelante.



**Figura 1.** Esquema de las etapas realizadas en la metodología.

### **3.1 DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD DE UNA HERRAMIENTA EDUCATIVA COMPUTACIONAL PARA BIOPROCESOS.**

En primera instancia se identificaron los problemas existentes, sus causas y posibles soluciones. Para lo cual se realizó una primera encuesta<sup>3</sup> a los estudiantes y a uno de los docentes de la asignatura, ya que ellos son fuentes de información primaria para detectar las situaciones problemáticas, ellos saben mejor que nadie en qué aspectos están fallando el contenido, modo o medios de enseñanza. La encuesta mostró que los soportes educativos, principalmente libros, con los que se cuenta actualmente la Escuela de Ingeniería Química son muy escasos y que una herramienta educativa sería un gran apoyo para el aprendizaje de la asignatura.

### **3.2 PLANEACIÓN Y ESTRUCTURACIÓN DE LOS CONTENIDOS.**

Para realizar la estructuración de los contenidos de la herramienta computarizada se tomó como base el programa propuesto por la Escuela de Ingeniería Química para la asignatura de Bioprocesos, a partir del cual se crearon 5 módulos que recopilan y sintetizan de forma ordenada la temática total. Se decidió crear un 6<sup>to</sup> módulo que describe las visitas técnicas conseguidas acordes con los contenidos de la asignatura.

Las temáticas, objetivos, y estrategias a tratar de cada módulo se describen a continuación.

#### **3.2.1 Conceptos básicos**

El objetivo de este módulo es proporcionar una introducción básica necesaria para abordar la asignatura, comprender el funcionamiento de los procesos biotecnológicos y por qué se utilizan determinados microorganismos y células en las diferentes aplicaciones industriales. Al finalizar el estudio de este módulo, los estudiantes estarán en capacidad de:

- Definir los conceptos generales implícitos en el estudio y la aplicación de los Bioprocesos.

---

<sup>3</sup> Ver Anexo B. Formato de la encuesta y resultados obtenidos.

- Reconocer la diferencia entre: los diferentes tipos de procesos, la Ingeniería Bioquímica y la Biotecnología.
- Identificar las etapas requeridas en el desarrollo de los Bioprocesos, el amplio campo de aplicación y sus principales ventajas y desventajas respecto a los procesos químicos tradicionales.

### **3.2.2 Crecimiento celular**

En este módulo se analizan los principales aspectos asociados a la cinética del crecimiento celular en los diferentes tipos de cultivos, así como la estequiometría en los sistemas biológicos. Al finalizar el estudio de este módulo, los estudiantes estarán en capacidad de:

- Identificar las variables más importantes que afectan el crecimiento celular y la formación de producto.
- Establecer las principales diferencias entre cultivo continuo y cultivo discontinuo.
- Realizar los diferentes tipos de balances para los sistemas biológicos.
- Determinar parámetros cinéticos a partir de datos experimentales.

### **3.2.3 Diseño de Biorreactores**

El biorreactor es el corazón de cualquier proceso de fermentación o conversión enzimática. El diseño de Biorreactores es una tarea complicada basada en principios científicos y de ingeniería y de muchas reglas empíricas. En este módulo se proporciona la información adecuada para tomar las decisiones necesarias al momento de diseñar y operar un biorreactor. Al finalizar el estudio de este módulo, los estudiantes estarán en capacidad de:

- Reconocer las principales características de los diferentes tipos de Biorreactores y las consideraciones más importantes que se deben tener en cuenta en el diseño operacional y mecánico de los mismos.
- Deducir a partir de los balances de masa de sustrato, biomasa y producto las relaciones utilizadas para el diseño y simulación de los Biorreactores.

- Identificar las principales variables que se deben controlar a lo largo de un bioproceso y las características de la instrumentación requerida para el adecuado control.

### **3.2.4 Recuperación de productos**

La separación y purificación de un producto biotecnológico es una parte crítica del proceso de producción, las operaciones de separación constituyen una parte importante del producto llegando, en algunos casos, a ser el costo principal. En este módulo se describen las principales operaciones necesarias para lograr la separación del producto deseado. Al finalizar el estudio de este módulo, los estudiantes estarán en capacidad de:

- Identificar a partir de las características del producto deseado, las operaciones básicas necesarias para llevar a cabo la separación.
- Seleccionar la secuencia de separación óptima para la obtención de diferentes productos biotecnológicos en base a los parámetros de calidad requeridos.
- Entender la diferencia entre etapa y operación de separación así como la jerarquía y relación existente entre cada una de éstas.

### **3.2.5 Tratamiento de efluentes**

Este módulo explica de manera general los principales métodos de tratamiento biológico de efluentes incluyendo algunas aplicaciones industriales, las cuales, con el fin de acercar a los estudiantes a la realidad, se presentan por medio de videos. Al finalizar el estudio de este módulo, los estudiantes estarán en capacidad de:

- Reconocer los sistemas de tratamiento aerobio y anaerobio usados generalmente, sus ventajas, desventajas y particularidades.
- Proponer los métodos de tratamiento biológico más adecuados, en base a las características de los contaminantes, los volúmenes del efluente a tratar, las normas sanitarias y los costos de operación y montaje.

### **3.2.6 Visitas Industriales**

En este módulo se informa a los estudiantes acerca de las empresas en las cuales se gestionaron visitas técnicas y que ellos tendrán la oportunidad de ir, conocer y observar con el fin de afianzar los conocimientos adquiridos a lo largo del estudio de la asignatura y de la herramienta computacional. Los objetivos de este módulo son:

- Relacionar con cada una de las visitas industriales que se realizarán, una o más de las temáticas tratadas en los primeros cinco módulos.
- Enfocar a los estudiantes acerca de los procedimientos llevados a cabo en cada empresa, con el fin de que saquen el mayor provecho a la visita.
- Motivar a los estudiantes a investigar y documentarse acerca de los procesos y normas vigentes en las diferentes industrias, dependiendo de las funciones de cada empresa.
- Incentivar a los estudiantes en la búsqueda de soluciones y optimizaciones de los procesos llevados a cabo en cada una de las empresas.

### **3.3 ENFOQUE Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL**

En esta etapa, apoyados en teorías pedagógicas, se definen las estrategias y recursos computacionales a utilizar para dar solución a la problemática planteada y a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes que cursan la asignatura de Bioprocesos, con el fin de que el usuario logre un aprendizaje significativo.

Cada una de las estrategias contenidas en los diferentes módulos serán explicadas a continuación.

#### **3.3.1 Teoría del módulo**

La teoría presente en cada módulo debe ser completa debido a la gran importancia que tiene la asignatura, al escaso material bibliográfico con el que cuenta la universidad, especialmente la Escuela de Ingeniería Química, y a que

la poca información confiable encontrada en internet está en inglés, limitando a muchos de los estudiantes, que muchas veces prefieren no estudiar o tomar información de fuentes no confiables a hacer el esfuerzo por aprender. Cabe aclarar que esta teoría debe ser la síntesis de una amplia búsqueda bibliográfica, sin llegar a ser nunca tan extensa como un libro, de tal forma que se le brinde al usuario de forma breve y concisa una información asequible y confiable.

Este contenido teórico debe usar un lenguaje sencillo y fácil de entender apoyado en recursos computacionales y multimedia, como ecuaciones, imágenes, animaciones, gráficas y videos.

### **3.3.2 Evaluación del módulo**

Se plantearán diversos tipos de preguntas: falso/verdadero, selección múltiple con única respuesta e interrelación de conceptos, esto con el fin de que el usuario no sólo ponga a prueba y reafirme sus conocimientos, sino que también analice casos aplicables y proponga soluciones.

Cuando el usuario realice la evaluación interactiva, tendrá la oportunidad de corroborar si la respuesta es correcta o incorrecta y en cualquiera de los dos casos obtener una justificación del por qué, mediante un mensaje mostrado en una ventana emergente. Esto se hará con el fin de que si el estudiante aún tiene alguna falla conceptual, la pueda aclarar. La evaluación se podrá presentar cuantas veces el estudiante lo desee.

### **3.3.3 Ejercicios de aplicación**

Con el fin de fortalecer y poner en práctica los conceptos que se tratan en los módulos 2 y 3, que son el corazón de la asignatura, la herramienta educativa, como complemento a la evaluación de cada módulo, contará con diversos ejercicios propuestos en los cuales el usuario podrá analizar y dar solución a las diferentes situaciones planteadas.

Cada ejercicio de aplicación tendrá una solución detallada paso a paso, así el usuario podrá aclarar cualquier tipo de duda que surja durante el desarrollo de los ejercicios y corroborar su solución.

### 3.3.4 Bibliografía

Cada módulo contará con una bibliografía específica, lo cual permitirá al usuario conocer las diferentes fuentes de información confiables, y remitirse a ellas si desea ampliar su conocimiento.

### 3.3.5 Elección de los recursos computacionales

El desarrollo de la herramienta interactiva se realizará en *Adobe DreamWeaver CS4*, ya que es un editor de código HTML, fácil de usar, que permite añadir diseño y funcionalidad rápidamente sin escribir una sola línea de código., además de permitir el acceso desde cualquier computador. Los recursos computacionales adicionales que se necesitarán son: para la digitalización del texto, la creación de imágenes, animaciones, evaluaciones y ejercicios, la edición de videos y el montaje de la herramienta interactiva es necesario el conocimiento de varios programas, todos ellos mostrados en la tabla 1.

**Tabla 1.** Programas requeridos y utilización para el desarrollo del proyecto.

Programa	Uso en el desarrollo del proyecto
<i>Microsoft office Word 2007</i>	Digitalización del contenido teórico, evaluaciones y ejercicios de cada módulo, creación de imágenes y ecuaciones.
<i>Microsoft office Excel 2007</i>	Creación de tablas y gráficos.
<i>Microsoft office Visio 2007</i>	Creación de diagramas de flujo, diagramas de proceso e imágenes.
<i>Adobe Flash CS4</i>	Desarrollo de la página, la creación de la interfaz, los botones y evaluaciones interactivas, así como para la animación de las diferentes imágenes.
<i>Windows Movie Maker 2.6</i>	Creación y edición de los videos.
<i>PDF24 Creator</i>	Formato para presentar la solución de ejercicios.
<i>Wondershare Quizcreator</i>	Creación de las evaluaciones interactivas.
<i>Mathematica herramienta computarizada</i>	Simulación y solución de los ejercicios propuestos.

### **3.4 DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA**

#### **3.4.1 Revisión Bibliográfica**

Para el diseño, enfoque y estructura de la herramienta computarizada, se consultaron manuales, libros especializados en la enseñanza, materiales computarizados ya existentes y tesis. En cuanto a la síntesis teórica, las evaluaciones y los ejercicios de los diferentes módulos, se realizó una extensa búsqueda y recopilación bibliográfica en diversas fuentes tales como libros, bases de datos y páginas web.

Casi la totalidad de los libros consultados sobre Bioprocesos, no se encuentran en la universidad, este material fue facilitado por el docente de la asignatura y codirector de este proyecto.

#### **3.4.2 Síntesis y desarrollo del contenido**

Teniendo claro el enfoque, la estructuración, estrategias y objetivos de cada uno de los módulos, mencionados en los numerales 3.2 y 3.3.1, se analizaron las diferentes fuentes bibliográficas, se seleccionó y clasificó la información. Los contenidos<sup>4</sup> fueron organizados en base al programa propuesto por la Escuela de Ingeniería Química.

#### **3.4.3 Realización de animaciones, imágenes y videos**

Con el fin de proporcionar un ambiente interactivo que motive al usuario a aprender más, se realizaron imágenes y animaciones que muestran y representan de manera didáctica los diferentes conceptos, procesos y funcionamientos tratados en los diferentes módulos.

En el módulo 5 se adicionaron videos que describen el tratamiento de aguas residuales a nivel industrial. Aprovechando así las ventajas que ofrece este tipo de herramientas sobre los libros tradicionales, y por ende generando un mayor grado de comprensión y retención de la información por parte de los estudiante

---

<sup>4</sup> Ver anexo C

### **3.4.4 Creación de las evaluaciones**

Cada uno de los módulos contiene una evaluación interactiva que consta de 18 preguntas, las cuales, por medio de imágenes, diagramas, ecuaciones y diferentes tipos de preguntas, buscan fomentar en el usuario las habilidades argumentativa, propositiva e interpretativa. El carácter interactivo de la evaluación se encuentra principalmente en la retroalimentación, la cual proporciona un argumento, que le permite al usuario entender el por qué la respuesta dada es correcta o incorrecta.

Cada pregunta se puede responder una sola vez, no se puede avanzar a la siguiente pregunta sin haber respondido la anterior y una vez el usuario realice las 18 preguntas, aparece una ventana donde se muestran los valores y porcentajes de los resultados de la evaluación. El porcentaje de aprobación se determinó del 80%, incentivando así a que el usuario se exija más en su auto aprendizaje.

### **3.4.5 Planteamiento y solución de los ejercicios**

Partiendo del contenido de cada módulo se plantearon diferentes tipos de ejercicios, en los cuales el usuario debe aplicar y relacionar los conceptos vistos a lo largo del módulo, tanto en situaciones hipotéticas como reales. Cada ejercicio tiene una estructura diferente, y busca evaluar diferentes conceptos, logrando así que al completar la totalidad de los ejercicios de un módulo, todo el contenido tratado habrá sido evaluado.

Como el objetivo principal de este tipo de herramientas, es motivar al usuario y fomentar su auto aprendizaje, no tendría ningún sentido, simplemente proponer una serie de ejercicios que podrían generar dudas en el estudiante sin que este tuviese la oportunidad de solucionarlas. Es por esto, que si el usuario necesita corroborar o entender la solución de algún ejercicio, dando click en el hipervínculo *solución*, se abrirá un PDF con una descripción detallada paso a paso de la solución del ejercicio que se esté abordando.

### **3.4.6 Referencia Bibliográfica**

Una vez terminada la síntesis teórica, creación de la evaluación y de los ejercicios, se especificó en cada uno de los módulos, una bibliografía detallada con las diferentes fuentes de información utilizadas para su desarrollo, con el objetivo de incentivar al usuario a complementar su aprendizaje.

### **3.5 GESTIÓN DE LAS VISITAS INDUSTRIALES**

Las visitas técnicas están orientadas a ofrecer a los estudiantes de Bioprocesos de la Escuela de Ingeniería Química, la oportunidad de conocer el funcionamiento de empresas que se desenvuelven en actividades relacionadas con los Bioprocesos y mediante esta experiencia potenciar el aprendizaje y la adquisición de conocimientos prácticos necesarios para todo estudiante.

Aunque en muchas de las empresas con las cuales se gestionaron visitas técnicas se notó la disponibilidad y el servicio social, en algunas otras la comunicación fue complicada, ya que al ser estudiantes los que hacen los contactos, no se tiene la misma credibilidad que si fuese un docente o un representante de la Universidad además no todas las empresas tienen los espacios y el personal disponible para prestar esta clase de servicios a la comunidad universitaria. La gestión se estuvo haciendo durante todo el proceso de desarrollo del proyecto. Obteniendo al final, luego de varias llamadas y visitas a las diferentes empresas, la aceptación por parte de 6 entidades<sup>5</sup>. Para asegurarse de que las visitas van acorde con la asignatura y son de interés para los estudiantes que la cursan. Se gestionaron y realizaron dos visitas al final del primer semestre académico del año 2009. La primera de ellas a la planta de potabilización de agua BOSCONIA del Acueducto Municipal de Bucaramanga y la segunda a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales EMPAS. Durante el desarrollo de las visitas se notó la disponibilidad y motivación por parte de los estudiantes, quienes en todo momento estuvieron atentos a la descripción de los diferentes procesos, realizando preguntas y aclarando dudas y conceptos tanto de la visita como de la teoría aprendida en el salón de clases. Al finalizar las visitas se realizó una encuesta<sup>6</sup>.

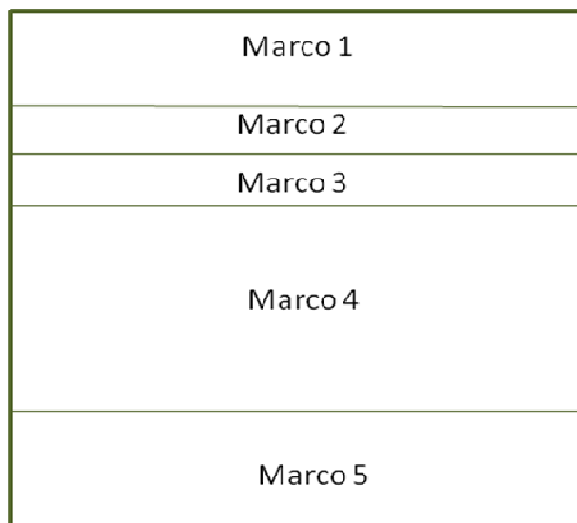
---

<sup>5</sup> Ver Anexo D.

<sup>6</sup> Ver Anexo E.

### 3.6 DISEÑO Y CREACIÓN DEL ENTORNO VISUAL

El diseño de la interfaz es uno de los pasos más importantes para el éxito de la herramienta educativa, esta debe ser sencilla, de fácil manejo y agradable a la vista. Tomando en cuenta esto y los aspectos mencionados en el numeral 3.3 del marco teórico, se diseñaron cinco marcos para la interfaz, su distribución a través de la pantalla se observa en a figura 2.



**Figura 2.** Distribución de los marcos en la pantalla.

Cada marco contiene:

- Marco 1: Banner o cabezote, conformado por el nombre de la asignatura y una galería de fotos.
- Marco 2: Barra de navegación entre módulos y contenido.
- Marco 3: Menú de herramientas y título del módulo.
- Marco 4: Área de contenido
- Marco 5: Índice de los módulos.

El desarrollo de la interfaz se realizó en el siguiente orden: primero se creó el banner, luego se crearon el índice de cada uno de los módulos, y los botones de navegación. Finalmente se creó, en base al diseño de la interfaz, una plantilla en DreamWeaverCS4 conformada por el banner, la barra de

navegación entre módulos y el pie de página. La elaboración del banner, botones, iconos e hipervínculos, se realizó empleando AdobeFlashCS4.

### **3.7 MONTAJE Y ENSAMBLE DE LA HERRAMIENTA**

La plantilla diseñada en DreamWeaverCS4, fue aplicada a todos los contenidos interactivos y no interactivos de la herramienta, para el montaje de los mismos, se agregaron y ajustaron los archivos HTML que poseen la teoría de cada uno de los módulos, los títulos e índices de cada módulo y las imágenes, animaciones y videos guardados como archivos swf, jpg y flv. Luego utilizando AdobeFlashCS4, se agregaron cada una de las evaluaciones interactivas.

Por último, se realizó una animación en AdobeFlashCS4, con el fin de crear una página introductoria a la herramienta educativa computacional, la cual permite al usuario iniciar la navegación y acceder a cualquiera de los módulos obteniendo así el entorno gráfico final<sup>7</sup>.

### **3.8 EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA HERRAMIENTA COMPUTARIZADA**

Finalmente es necesario analizar el acceso, navegabilidad, ambiente y calidad de los contenidos dentro de la herramienta computarizada tanto por el usuario como por personal experto. Esto es de suma importancia, ya que permite detectar errores y falencias que durante el diseño y desarrollo del proyecto se hayan podido pasar por alto.

#### **3.8.1 Evaluación experta**

Fue realizada por parte de uno de los docentes de la asignatura, el cual analizó y corroboró principalmente que los contenidos teóricos, evaluaciones y ejercicios de los módulos, fueran los adecuados. Esta evaluación se efectuó durante todo el proceso de diseño y desarrollo del proyecto.

---

<sup>7</sup> Ver anexo F.

### **3.8.2 Evaluación por parte del Usuario**

Con el fin de conocer la opinión de los estudiantes respecto a la facilidad de uso, entorno visual, contenido, funcionalidad, evaluación y ejercicios dentro de la herramienta, se reunieron el 29 de septiembre a las 7 de la mañana en las salas 3-1, 3-2 y 3-3 del Centro de Investigación y Tecnología (CENTIC), a 80 estudiantes que finalizaban la asignatura de Bioprocesos, a los cuales se les facilitó el acceso al material computarizado durante 1:30h para que lo navegaran y exploraran. Al finalizar este tiempo cada uno de los estudiantes realizó la evaluación<sup>8</sup> del proyecto.

## **3.9 OPTIMIZACIÓN DE LA HERRAMIENTA**

A partir de los resultados de la evaluación y de los comentarios y sugerencias por parte de los usuarios y del docente, se realizaron las últimas correcciones, con las cuáles se obtuvo el material computarizado final.

La mayoría de las correcciones hechas fueron más de forma que de fondo (errores ortográficos, justificación del texto, nombres y cambio de imágenes, etc.). Las principales modificaciones realizadas luego de la evaluación de la herramienta, fueron:

### **3.9.1 Inclusión de videos**

Se agregaron videos en el módulo 5, con el fin de mostrar a los estudiantes las diferentes formas como se realizan los tratamientos de efluentes a nivel industrial.

### **3.9.2 Creación y montaje del botón atrás/adelante**

Algunos de los estudiantes sugirieron que se creará un botón con el cual, se pudiera ir al tema inmediatamente siguiente al que se estudia o inmediatamente anterior, sin necesidad de subir a la barra de navegación y contenido de los módulo o bajar al índice, por lo cual se decidió crear esté botón.

---

<sup>8</sup> Ver anexo G.

### **3.10 ELABORACIÓN DEL MANUAL DEL USUARIO**

El manual del usuario<sup>9</sup> se realizó, como una ayuda para guiar al usuario en diferentes aspectos, como requerimientos, instalación, puesta en funcionamiento y uso de la herramienta educativa computarizada. En éste se explica en detalle cómo desarrollar las evaluaciones y ejercicios, y cómo usar los diferentes menús, íconos, botones, e hipervínculos de navegación.

---

<sup>9</sup> Adjunto al CD-ROM que contiene la herramienta interactiva.

## 4 RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 4.1 EVALUACIÓN POR PARTE DEL USUARIO

En la tabla 2 se presentan, en porcentajes, los resultados obtenidos de la evaluación de la Herramienta Interactiva por parte de los 80 estudiantes de la asignatura a los que se les realizó la prueba.

**Tabla 2.** Resultados de la evaluación y validación por parte del usuario.

Criterio	Indicadores	5	4	3	2	1
Facilidad de Uso	La herramienta es de fácil manejo.	65%	19%	16%	0%	0%
	Los botones e hipervínculos de desplazamiento facilitan el recorrido a través de la herramienta.	68%	26%	6%	0%	0%
Entorno visual	Diseño de la pantalla	59%	35%	4%	2%	0%
	Colores usados en el entorno gráfico.	60%	31%	5%	4%	0%
	Texto: Tamaño y color de Letra.	69%	16%	12%	3%	0%
	La interfaz es armoniosa.	66%	19%	15%	0%	0%
	Animaciones e imágenes.	56%	38%	6%	0%	0%
Contenido	El lenguaje usado es sencillo y fácil de entender.	62%	19%	16%	3%	0%
	Estructuración de los temas.	78%	14%	8%	0%	0%
	Abarca la totalidad de la temática.	77%	20%	3%	0%	0%
	Redacción y síntesis.	75%	19%	4%	2%	0%
Funcionalidad	Fomenta la iniciativa hacia el auto-aprendizaje.	79%	12%	5%	4%	0%
	Es útil como acompañamiento del aprendizaje en la asignatura de Bioprocesos.	84%	14%	2%	0%	0%
	Despierta Interés en el usuario.	75%	19%	6%	0%	0%
	Los recursos didácticos utilizados facilitan y motivan el aprendizaje.	69%	21%	7%	3%	0%
Evaluación y Ejercicios	Tipo de preguntas adecuadas.	66%	20%	10%	4%	0%
	La retroalimentación permite reconocer y aclarar los errores conceptuales.	84%	10%	4%	2%	0%
	Grado de dificultad.	79%	16%	5%	0%	0%
	Permiten autoevaluarse y cuantificar el aprendizaje.	88%	8%	4%	0%	0%

En general, se notó gran interés respecto a la herramienta por parte de los estudiantes, lo cuál se evidenció en la motivación que tuvieron durante su exploración y en que muchos de los comentarios mostraron empatía con los recursos didácticos utilizados. Gran porcentaje coincidió en que éste material educativo es excelente como acompañamiento del aprendizaje de la asignatura de Bioprocesos.

Los estudiantes opinaron que la herramienta es de fácil uso pero para algunos resultó poco práctico, el hecho de tener que buscar en el índice cada vez que se quisiera pasar al siguiente tema, apreciación que resultó de gran importancia y razón por lo cuál se agregaron los botones atrás/adelante, obteniéndose una navegabilidad más práctica.

Para la mayoría de los encuestados, el entorno visual del material educativo resultó agradable y no saturante. Coincidiendo la gran mayoría en que el tamaño de letra y el color de fondo son adecuados para este tipo de material, puesto que no cansa la vista. Respecto al uso de imágenes y animaciones consideraron adecuadas su inclusión.

Respecto a los contenidos, los estudiantes mostraron gran satisfacción, lo que se notó no sólo en los altos porcentajes obtenidos, sino también en muchos de los comentarios, donde manifestaron que la herramienta era muy completa, e incluso tenía más de una temática que durante el curso de la asignatura no alcanzaron a abordar. Al mismo tiempo, algunos de ellos expresaron que el lenguaje utilizado era sencillo y de fácil entendimiento.

Luego de revisar los ejercicios y evaluaciones, los estudiantes se mostraron satisfechos lo que se observó claramente en los resultados de la encuesta, siendo este criterio el de mejor porcentaje. Donde incluso se recibieron felicitaciones por algunos de ellos en los comentarios.

## 5 CONCLUSIONES

La herramienta interactiva fue desarrollada basándose en el programa propuesto por la Escuela de Ingeniería Química para la asignatura de Bioprocesos, convirtiéndose en una ayuda eficiente para el proceso de enseñanza - aprendizaje, facilitando a su vez el manejo y apropiación del conocimiento por parte de estudiantes y profesores

El principal valor agregado de esta herramienta, y lo que la diferencia respecto a otros materiales computarizados, es la gestión de las visitas técnicas relacionadas con las temáticas tratadas en la totalidad del contenido, las cuales se nombraron en uno de los módulos, junto con sus objetivos e información necesaria para poder asistir a éstas, generando así en el estudiante mayor interés y estimulación por el aprendizaje de la asignatura.

Gracias a la no linealidad de la herramienta interactiva de Bioprocesos, se permite al usuario navegar libremente por todo el contenido y tener acceso desde cualquier parte a las evaluaciones, ejercicios y referencias bibliográficas. Siendo él quien dirija y controle su aprendizaje y no la estructura del material. Además, el uso de marcos permitió obtener una herramienta interactiva, con un entorno agradable, sencillo y de fácil manejo, que evita actualizaciones en la pantalla cuando el usuario se desplaza a través de ésta, mejorando así la navegabilidad del material.

A partir de la prueba de validación realizada al usuario acerca del material educativo computarizado, se notó un alto grado de aceptación y expectativa por parte de los estudiantes, quienes consideran estas herramientas como una excelente estrategia de acompañamiento para el aprendizaje significativo de la asignatura de Bioprocesos.

## 6 RECOMENDACIONES

Siendo un proyecto realizado principalmente para los estudiantes, es importante que todos ellos tengan conocimiento de su existencia y acceso al mismo, para esto se recomienda:

- Que al inicializar el semestre se reúna a los estudiantes que empiezan a cursar la asignatura en las salas del CENTIC, facilitándoles la exploración de la herramienta interactiva durante una franja de tiempo, y así, el estudiante que lo desee, pueda guardar en la memoria la herramienta para posteriormente instalarla en cualquier computador.
- El montaje de la herramienta al servidor de la universidad, o la creación de un servidor en la Escuela de Ingeniería Química, a través del cual se tenga acceso, no sólo a ésta herramienta, sino a todos los materiales educativos computarizados que se han creado en los últimos años en la Escuela de Ingeniería Química.

A los estudiantes que cursen la asignatura de Bioprocesos se les recomienda que aprovechen al máximo las visitas técnicas, que lean el módulo 6 con anterioridad y se informen acerca de cada una de las empresas a las que van asistir. Y a los docentes encargados de la asignatura que faciliten el desarrollo de este tipo de actividades y promuevan la continuidad de las visitas técnicas semestre tras semestre. Es compromiso tanto de estudiantes como docentes, cumplir con el cronograma propuesto para las visitas o comunicarse con las empresas en caso de cualquier eventualidad.

Se recomienda al usuario el buen uso y la correcta utilización de la herramienta, de tal forma que ésta no se convierta en el único material de estudio para el aprendizaje de la asignatura de Bioprocesos, sino que sirva como apoyo y acompañamiento durante todo el proceso cognoscitivo junto con las demás fuentes de información.

## BILIOGRAFÍA

AIBA, Shuichi, HUMPHREY Arthur y MILLIS Nancy F. Biochemical Engineering. Ed. Academic Press. 1973.

BAILEY, James y OLLIS, David. Biochemical Engineering Fundamentals. Ed. MacGraw Hill. 1977. 635p

BERNARD, Harold W. *Psychology of learning and teaching*. New York : Mcgraw-Hill, 1972. 500 p.

BLANCH Harvey W. CLARK Douglas S. Biochemical Engineering. University of California at Berkeley. New York. Ed. Marcel Dekker, Inc. 1996. 680p.

BRIAN, McNeil y HARVEY, Linda. Practical Fermentation Technology. England. Ed Wiley. 2008. 388p. 524p.

BU'LOCK, Jhon y KRISTIANSEN, Bjorn. Biotecnología Básica. Zaragoza, España. Ed. Acribia S.A. 1991. 3-169p.

CASABLANCAS GÓDIA, Francesc y LÓPEZ SANTÍN, Josep. Ingeniería Bioquímica. Madrid, España. Sintesis S.A. 2005. 16-345p

DORAN Pauline. Bioprocess Engineering Principles. Zaragoza, Elsevier Science & Technology Books. 1995. 439p.

GALVIS PANQUEVA, Álvaro H. Ingeniería de *software* educativo. Bogotá D.C: Uniandes, 1992. 359 p.

LEE, James. Biochemical Engineering. E Book Version 2,1. January 2002.

LORDUY RINCÓN, Lucely y PANQUEVA GONZALEZ, Lyda. Desarrollo de un material educativo computacional (MEC) para la enseñanza de la

termodinámica química II en la Escuela de Ingeniería Química. Bucaramanga, 2007, 32p. Trabajo de grado (Ingeniero Químico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería Química.

LÓPEZ AZAMAR, Bertha y PELÁEZ CAMARENA, Gustavo. Metodología para el desarrollo de *software* educativo. México. UPIICSA XIV,VI, 2006. 7-10p.

MANTILLA RIBERO, Cesar. Planeación y montaje de una herramienta computacional destinada al aprendizaje del diseño de reactores. Bucaramanga, 2009, 33p. Trabajo de grado (Ingeniero Químico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería Química.

NAJAFPOUR, Ghasem. Biochemical Engineering and Biotechnology. Oxford, England. Elsevier, 2007.421p

PORTELA ESTRADA, Aura y SANABRIA MONSLVE, Diego. Objeto de aprendizaje para la enseñanza de transferencia de masa. Bucaramanga, 2009, 66p. Trabajo de grado (Ingeniero Químico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería Química.

QUINTERO RAMÍREZ, Rodolfo. Ingeniería Bioquímica; Teoría y Aplicaciones. México, D.F. Ed. Alhambra Mexicana. 1981. 140-200p.

RATLEDGE, Colin y BJORN, Kristiansen, Basic Biotechnology. New York. Cambridge University Press. 2006. 181-250p.

SCRAGG, Alan. Biotecnología para Ingenieros; Sistemas Biológicos en Procesos Tecnológicos. México, D.F. Ed. Limusa. 2007. 421p.

SZABLA, Anne y STANZIANO, Lisa. Utilización de Dreamweaver4. San Francisco, Estados Unidos. Macromedia, Inc.612p.

VOGEL, Henry. Fermentation and Biochemical Engineering Handbook; Principles, Process, Design and Equipment. Ed. Noyes. 1983. 801p.

## ANEXOS

### ANEXO A: METODOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO DE MATERIALES EDUCATIVOS.

**Tabla A1:** Metodologías para el desarrollo de Materiales Educativos Computarizados.

AUTOR Y DENOMINACIÓN DE LA METODOLOGÍA	ETAPAS
Álvaro Galvis Panqueva. Metodología para el desarrollo de materiales educativos computarizados.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análisis de necesidades educativas</li> <li>2. Selección o planeación del desarrollo de MEC</li> <li>3. Ciclos para la selección o el desarrollo de MECs</li> <li>4. Diseño de MECs</li> <li>5. Entorno para el diseño del MEC</li> <li>6. Entorno del diseño</li> <li>7. Diseño educativo del MEC</li> <li>8. Desarrollo de MECs</li> <li>9. Prueba piloto de MECs</li> <li>10. Prueba de campo de MECs</li> </ol>
Ruffini. Aproximación Sistemática y por etapas utilizando sistemas multimedia de autor.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análisis</li> <li>2. Seleccionar le Tópico a tratar</li> <li>3. Objetivos a cumplir</li> <li>4. Definir Proyecto</li> <li>5. Diseño de contenidos</li> <li>6. Diseño de hipervínculos de navegación</li> <li>7. Evaluación del proyecto multimedia</li> </ol>
Bertha López Azamar. Gustavo Sergio Pelaez Camarena. María Antonieta Abud Figueroa. Metodología para el desarrollo de Software Educativo (DESED).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determinar la necesidad de un S. E:</li> <li>2. Formación del equipo de trabajo</li> <li>3. Análisis y delimitación del tema</li> <li>4. Definición del usuario</li> <li>5. Estructuración del contenido</li> <li>6. Elección del tipo de software a desarrollar</li> <li>7. Diseño de interfaces</li> <li>8. Definición de las estructuras de evaluación</li> <li>9. Elección del ambiente de desarrollo</li> <li>10. Creación de una versión inicial</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>11. Prueba de campo</li> <li>12. Mercadotecnia</li> <li>13. Entrega del producto final</li> </ol>
La Producción de Soportes Educativos (PROSDOS)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definir tópico, objetivos y contenido</li> <li>2. Estudio de probabilidad de realización</li> <li>3. Desarrollo</li> <li>4. Estudio del producto</li> </ol>
Pere Marqués.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La génesis de la idea-semilla</li> <li>2. Pre-diseño o diseño funcional</li> <li>3. Estudio de viabilidad y marco del proyecto</li> <li>4. Dossier completo de diseño o diseño orgánico</li> <li>5. Programación y elaboración del prototipo alfatest</li> <li>6. Redacción de la documentación del programa</li> <li>7. Evaluación interna</li> <li>8. Ajustes y elaboración del prototipo beta-test</li> <li>9. Evaluación externa</li> <li>10. Ajustes y elaboración de la versión 1.0</li> <li>11. Publicación y mantenimiento del producto</li> </ol>
ZULMA CATALDI, FERNANDO LAGE, RAÚL PESSACQ y RAMÓN GARCÍA- MARTÍNEZ. Metodología extendida para la creación de software educativo desde una visión integradora.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Factibilidad</li> <li>2. Definición de requisitos del sistema</li> <li>3. Especificación de los requisitos del prototipo</li> <li>4. Diseño del prototipo</li> <li>5. Diseño detallado el prototipo</li> <li>6. Desarrollo del prototipo</li> <li>7. Implementación y prueba del prototipo</li> <li>8. Refinamiento iterativo de las especificaciones del prototipo</li> <li>9. Diseño del sistema final</li> <li>10. Implementación del sistema final</li> <li>11. Operación y mantenimiento</li> <li>12. Retiro</li> </ol>

## ANEXO B: ENCUESTA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD DE UNA HERRAMIENTA INTERACTIVA DE BIOPROCESOS

Responda de 1-5 según considere, siendo:

5=Excelente 4=Muy bueno 3=Bueno 2=Regular 1=Malo

1) ¿Cuál cree usted que es la utilidad de los soportes educativos presentados a continuación?

**Tabla B1:** Soportes educativos.

	5	4	3	2	1
Visitas Técnicas	88%	8%	4%	0%	0%
Simulación	69%	21%	7%	0%	0%
Tutorías	75%	15%	7%	3%	0%
Prácticas de laboratorio	79%	16%	5%	0%	0%
Software educativos	84%	14%	2%	0%	0%

2) ¿Qué acceso tiene a los siguientes medios de información para el aprendizaje en la asignatura de Bioprocesos?

**Tabla B2:** Medios de Información.

	5	4	3	2	1
Libros	4%	16%	19%	53%	8%
Artículos de revistas	13%	19%	48%	10%	10%
Internet	68%	26%	6%	0%	0%
Bases de datos	18%	49%	29%	4%	0%
Software educativos	0%	0%	0%	6%	94%

3) En cuanto al material bibliográfico de la asignatura al que se tiene acceso en la universidad considera usted que:

**Tabla B3:** Acceso a la Información.

	5	4	3	2	1
Disponibilidad	0%	4%	6%	13%	77%
Cantidad	0%	4%	10%	18%	68%
Calidad	6%	30%	33%	25%	6%

4) En el estudio de la asignatura ¿Toma como base solamente las enseñanzas del profesor y apuntes de clase?

Si 84% No 13%

5) ¿Considera que son suficientes para el aprendizaje integral de la asignatura?

Si 86% No 14%

6) ¿A lo largo del semestre se alcanzaron a ver todos los temas especificados en el programa de la asignatura?

Si 14% No 86%

7) ¿Cree que es importante el uso de herramientas interactivas y didácticas que evidencien la parte práctica y dinámica del conocimiento?

Si 94% No 6%

8) ¿Ha utilizado alguna vez algún tipo de material computarizado para el desarrollo de una o varias asignaturas?

Si 81% No 19%

Cual(es) Transferencia de masa, Diseño de Reactores y Introducción a la Ingeniería Química

9) ¿Cree que un software educativo sería útil para el acompañamiento en el aprendizaje de la asignatura?

Si 90% No 10%

## ANEXO C: CONTENIDO DE LOS MÓDULOS

# Módulo 1 CONCEPTOS BÁSICOS

<b>Índice del módulo</b>	1.1 CONCEPTOS GENERALES
	1.2 MICROBIOLOGÍA
	1.2.1 Células microbianas
	1.2.2 Grupos de microorganismos con aplicación industrial
	1.3 METABOLISMO
	1.3.1 Procesos metabólicos
	1.3.2 Metabolitos
1.4 ETAPAS EN EL DESARROLLO DE UN BIOPROCESO	
1.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS BIOPROCESOS	
1.6 ALGUNAS APLICACIONES DE LOS BIOPROCESOS EN LA INDUSTRIA	

Figura C1: Índice de contenido módulo 1.

# Módulo 2 CRECIMIENTO CELULAR

<b>Índice del módulo</b>	2.1 REACCIONES BIOQUÍMICAS Y COEFICIENTES DE RENDIMIENTO
	2.2 ESTEQUIOMETRÍA DE LOS SISTEMAS BIOLÓGICOS
	2.2.1 Estequiometría del crecimiento celular
	2.2.2 Estequiometría del crecimiento con formación del producto
	2.3 FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO CELULAR
	2.4 CULTIVO CELULAR DISCONTINUO O POR LOTES
	2.4.1 Descripción matemática de la fase del crecimiento
	2.4.2 Balances de masa para el cultivo por lotes
	2.5 CULTIVO CONTINUO
	2.5.1 Balance de masa para cultivo continuo
2.6 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS CINÉTICOS A PARTIR DE DATOS EXPERIMENTALES	

Figura C2: Índice del contenido módulo 2

# Módulo 3 DISEÑO DE BIORREACTORES

## Índice del módulo

- 3.1 TIPOS DE BIORREACTORES
  - 3.1.1 Reactores de tanque agitado
  - 3.1.2 Columnas de burbujas
  - 3.1.3 Biorreactores de circulación de aire
- 3.2 MODO DE OPERACIÓN
  - 3.2.1 Biorreactores batch, por lotes o discontinuos
  - 3.2.2 Biorreactores semicontinuos
  - 3.2.3 Biorreactores continuos
- 3.3 DISEÑO OPERACIONAL
  - 3.3.1 Biorreactores por lotes
  - 3.3.2 Biorreactores semicontinuos
  - 3.3.3 Biorreactores continuos
  - 3.3.4 Quimiostato con recirculación de células
- 3.4 INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
  - 3.4.1 Medición de temperatura y control
  - 3.4.2 Medición y control de oxígeno disuelto
  - 3.4.3 Medición y control del pH
  - 3.4.4 Detección y prevención de espuma
- 3.5 ASPECTOS IMPORTANTES DE DISEÑO
  - 3.5.1 Agitación y mezclado
  - 3.5.2 Aireación
  - 3.5.3 Transferencia de materia
  - 3.5.4 Transferencia de calor
- 3.6 CAMBIO DE ESCALA
  - 3.6.1 Proceso de cambio de escala en biorreactores
  - 3.6.2 Teoría de la similitud
  - 3.6.3 Métodos más frecuentes usados en el cambio de escala

Figura C3: Índice del contenido módulo 3.

# Módulo 4 RECUPERACIÓN DE PRODUCTOS

## Índice del módulo

- 4.1 DESINTEGRACIÓN CELULAR
  - 4.1.1 Métodos mecánicos
  - 4.1.2 Métodos no mecánicos
- 4.2 CLARIFICACIÓN
  - 4.2.1 Filtración
  - 4.2.2 Centrifugación
  - 4.2.3 Floculación y flotación
- 4.3 CONCENTRACIÓN
  - 4.3.1 Evaporación
  - 4.3.2 Ultrafiltración
- 4.4 PURIFICACIÓN
  - 4.4.1 Extracción líquida en dos fases acuosas
  - 4.4.2 Cristalización
  - 4.4.3 Ultrapurificación
- 4.5 SEPARACIONES SOLUBLES
- 4.6 CONSIDERACIONES GENERALES

Figura C4: Índice del contenido módulo 4.

# módulo 5 TRATAMIENTO DE EFLUENTES

Índice del módulo	5.1 ASPECTOS IMPORTANTES
	5.2 TRATAMIENTOS AEROBIOS
	5.2.1 Proceso de lodo activo
	5.2.2 Filtros percoladores
	5.2.3 Contactores biológicos rotatorios
	5.2.4 Lagunas de estabilización
	5.2.5 Lagunas aireadas
	5.3 TRATAMIENTOS ANAEROBIOS
	5.3.1 Lagunas anaerobias
	5.3.2 Fosas sépticas
	5.3.3 Digestores discontinuos
	5.3.4 Digestores perfectamente mezclados
	5.3.5 Reactores de lecho fijo
	5.3.6 Digestores de lecho expandido o fluidizado
5.3.7 Digestor anaerobio de flujo ascendente con manto de lodos	
5.4 APLICACIONES INDUSTRIALES	

Figura C5: Índice del contenido módulo 5.

# módulo 6 VISITAS INDUSTRIALES

Índice del módulo	6.1 LECHESAN S.A
	6.2 AMB PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA
	6.3 EMPAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
	6.4 PROMITEC
	6.5 EMAB EL CARRASCO
	6.6 MAC POLLO

Figura C6: Índice del contenido módulo 6.

## ANEXO D: INFORMACIÓN VISITAS INDUSTRIALES

**Tabla D1:** Información de contacto con las empresas.

<b>Empresa</b>	<b>Contacto</b>	<b>Cargo</b>	<b>Teléfonos</b>	<b>Dirección</b>	
1	LECHESAN S. A	Diego Anaya	Contralor	6369814	Km 2 Autopista Floridablanca.
2	AMB (Planta Bosconia)	Jhon Barreneche	Ingeniero de planta	6320220 Ext617 3156215479	Km 3 Vía Matanza.
3	EMPAS (PTAR)	Carlos Aparicio	Ingeniero de planta	6799383	Km 4 vía Girón.
4	PROMITEC S.A.	Johann Peñuela	Ingeniero Auxiliar	6761786	Parque Industrial Chimitá Km 3 Vía Palenque.
5	EMAB (Carrasco)	Ludgwin Aparicio	Ingeniero	6463261	Km 6 vía Girón. Al lado de Cenfer.
6	MAC POLLO	Liliana Santos	Jefe de planta de beneficio	6396419 PBX3103	Floridablanca. Autopista hacia Piedecuesta.

**Tabla D2:** Cronograma de las visitas Industriales.

<b>Empresa</b>	<b>Fecha de la visita</b>	<b>Número Estudiantes</b>	<b>Módulos Relacionados</b>	
1	LECHESAN S. A	5-Noviembre-09 8:00am	20	Módulos 2 y 3
2	AMB (Planta Bosconia)	24-Noviembre-10 8:00am	30	Módulo 4
3	EMPAS (PTAR)	4-Diciembre-09 10:00am	20	Módulo 5
		11-Diciembre-09 10:00am	20	
4	PROMITEC S.A.	Finales Febrero 2010	10	Módulo 1
5	EMAB (Carrasco)	15-febrero-10 8:30am	20	Módulo 5
6	MAC POLLO	Enero 2010	8	Módulo 1

## ANEXO E: ENCUESTA DE SATISFACCIÓN VISITAS TÉCNICAS REALIZADAS

1) Durante el desarrollo de la materia ¿había usted realizado alguna visita técnica como complemento a la teoría aprendida en clase?

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

2) ¿Cree que es importante la realización de visitas técnicas para la complementación del aprendizaje en la asignatura de Bioprocesos?

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

3) ¿La visita realizada a la planta Bosconia del acueducto de Bucaramanga/ a la planta de tratamiento de aguas residuales EMPAS, le permitió ver y afianzar conceptos aprendidos en la materia de bioprocesos?

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

4) Comentarios, recomendaciones y/o sugerencias tiene.

### RESULTADOS

Esta encuesta fue realizada a 20 personas en cada una de las visitas, para un total de 40 encuestados en la siguiente **tabla** se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla E1:** Resultados encuesta visitas técnicas

Pregunta 1	SI	0%
	NO	100%
Pregunta 2	SI	100
	NO	0%
Pregunta 3	SI	100%
	NO	0%

De acuerdo a los resultados y comentarios obtenidos en la encuesta se notó que los estudiantes consideran importante la inclusión de visitas técnicas como complemento a la asignatura, las cuales no se están realizando. Y todos los que tuvieron la oportunidad de asistir a las dos visitas que se gestionaron como prueba, opinaron que fueron benéficas para su aprendizaje.

## ANEXO F: COMPOSICIÓN DEL ENTORNO GRÁFICO

### a) Módulos

The screenshot displays the 'Bioprocesos' interface. At the top left is a banner image of industrial bioreactors. To its right is the title 'Bioprocesos'. Below the banner is a navigation bar with tabs for 'Módulo 1' through 'Módulo 6'. A dropdown menu is open under 'Módulo 2', listing sub-topics like '2.1 Relaciones bioquímicas y coeficientes de rendimiento'. To the right of the navigation bar is a box for 'Módulo 2 CRECIMIENTO CELULAR'. Below this is a toolbar with icons for home, user, search, and help. The main content area shows a paragraph about cellular growth. Below the content is a 'Índice del módulo' (Module Index) listing sub-topics like '2.2 ESTEQUIOMETRÍA DE LOS SISTEMAS BIOLÓGICOS'. At the bottom is a footer with the university name and logo.

1. Banner.

2. Barra de navegación entre módulos y contenido.

3. Menú desplegable de la barra de navegación entre módulos.

4. Título del módulo.

5. Barra de herramientas.

6. Contenido principal.

7. Botón de navegación anterior.

8. Índice del módulo.

9. Pie de página.

Figura F1: Presentación de la Interfaz Completa.

1. Banner.
2. Barra de navegación entre módulos y contenido.
3. Menú desplegable de la barra de navegación entre módulos.
4. Título del módulo.
5. Barra de herramientas.



Figura F2: Presentación de la barra de herramientas

6. Área de contenido.
7. Botones atrás/adelante.
8. Índice del módulo.
9. Pie de página.

**b) Página de Inicio**



**Figura F2:** Presentación de la página de inicio.

## ANEXO G: FORMATO DE LA VALIDACIÓN Y EVALUACIÓN FINAL

Analice y evalúe de 1 a 5 la herramienta interactiva de la asignatura de Bioprocesos, a partir de los siguientes indicadores, según considere.

Siendo:

5= Excelente    4= Muy bueno    3=Bueno    2=Regular    1=Malo

Criterio	Indicadores	5	4	3	2	1
Facilidad de uso	La herramienta es de fácil manejo.					
	Los botones e hipervínculos de desplazamiento facilitan el recorrido a través de la herramienta.					
Entorno visual	Diseño de la pantalla					
	Colores usados en el entorno gráfico.					
	Texto: Tamaño y color de Letra.					
	La interfaz es armoniosa.					
Contenido	Uso de ventanas emergentes.					
	El lenguaje usado es sencillo y fácil de entender.					
	Estructuración de los temas.					
Funcionalidad	Abarca la totalidad de la temática.					
	Fomenta la iniciativa hacia el auto-aprendizaje.					
	Es útil como acompañamiento del aprendizaje en la asignatura de Bioprocesos.					
	Despierta Interés en el usuario.					
Evaluación y Ejercicios	Los recursos didácticos utilizados facilitan y motivan el aprendizaje.					
	Tipo de preguntas adecuadas.					
	La retroalimentación permite reconocer y aclarar los errores conceptuales.					
	Grado de dificultad.					
	Permiten autoevaluarse y cuantificar el aprendizaje.					

**Figura G1:** Formato de evaluación y validación por parte del usuario.

Si detectó algún tipo de error ya sea ortográfico, técnico o gramatical, especifique cuál y en que parte el programa.

---

Observaciones y Sugerencias:

---

## **ANEXO H: GUÍA PARA LA REALIZACIÓN DE MODIFICACIONES Y MEJORAS POSTERIORES A LA HERRAMIENTA.**

Esta herramienta interactiva fue montada en HTML, por lo tanto, para la modificación del material educativo se requiere un editor de archivos con este formato. En este proyecto se usó *Macromedia DreamWeaverCS4* por su compatibilidad con elementos multimedia.

### **Información general**

Para acceder a la información y archivos multimedia que soportan la herramienta debe seguirse el procedimiento descrito a continuación:

1. Buscar en el CD-ROM y extraer la carpeta “bioprocesos”, donde está grabada la herramienta interactiva.
2. Seleccionar la carpeta Dreamweaver, donde se encuentra oculta toda la información, imágenes, videos, etc., usados en el desarrollo de la herramienta. Por este el sitio raíz de la página, es aquí donde se deben guardar los archivos que se deseen agregar o modificar.
3. Para desocultar los archivos en el menú del explorador dar click seleccionar: *Herramientas/Opciones de carpeta/Ver*, activar la opción “Mostrar todos los archivos y carpetas ocultos”, hacer click en *Aplicar* y luego en *Aceptar*.

Para realizar los procedimientos descritos a continuación debe tener instalado en su computador *Macromedia Dreamweaver* y en algunos de los pasos se requiere también de AdobeFlashCS4.

### **Procedimiento para modificar un archivo HTML existente:**

1. Abrir *Macromedia DreamWeaver*.
2. Ir archivo, en el menú desplegable seleccionar Abrir y en la ventana emergente que se abre buscar la carpeta bioprocesos en el sitio en que la guardo. Suponiendo que lo halla guardado en el Disco local (C:), la ruta a seguir seria, *C:\Bioprocesos\DreamWeaver*, y ahí abre con doble click el documento HTML que desee modificar.

3. EL espacio modificable dentro de estos archivos es el correspondiente al área de contenido, ya que el entorno grafico permanece igual puesto que esta dentro de la plantilla creada para toda la herramienta.

### **Procedimiento para agregar un nuevo archivo HTML:**

1. Abrir *Macromedia DreamWeaver*.
2. Ir archivo, en el menú desplegable seleccionar Nuevo y luego seguir la siguiente ruta: Modificar\Plantilla\Aplicar plantilla a página.
3. Escoger la plantilla que se desea utilizar para crear el nuevo documento HTML, para esto va a sitio, selecciona editar sitios y en la ventana emergente que se abre da clicks en importar, donde debe seguir la ruta *MI PC\C:\Bioprocesos \DreamWeaver* y en la carpeta *Templetes* encuentra la plantilla llamada:  
*Plantilla\_mod1\_conceptos\_básicos\_aplicaciones*.
4. Escribir el contenido del nuevo HTML.
5. Crear lo enlaces para todos los objetos de la plantilla.

### **Procedimiento para modificar las evaluaciones interactivas ya existentes ó agregar una nueva.**

Modificar, elaborar e incluir una evaluación es un trabajo sencillo, inicialmente se debe contar con una herramienta que permita publicarlas en formato flash.

*Wondershare Quizcreator 3.0* fue la herramienta utilizada en este proyecto, luego de tenerla instalada debe seguirse el siguiente procedimiento.

1. Abrir la evaluación o crear una nueva. Las evaluaciones ya elaboradas se encuentran en la carpeta *DreamWeaver* contenida dentro de *Bioprocesos*, con el nombre "Quiz\_Módulo\_N" donde N corresponde del número del módulo.
2. Editar la evaluación. Se escoge el tipo de pregunta que se desee hacer falso/verdadero, selección múltiple o de relación de conceptos y en caso de que las preguntas requieran el uso de imágenes, va a insertar imagen y las busca en la carpeta en que se encuentren guardadas.

3. Publicar la evaluación, para lo cual se requiere ir a publicar y seleccionar *publier in my computador*, y le pone el nombre Quiz: Módulo N, en el caso del módulo N. Aquí se crea una carpeta llamada “Módulo N”
4. En la carpeta “Módulo N” quedan guardados un archivo .swf y un archivo HTML con el nombre de “quiz”. Cambiar este nombre a “Módulo N”
5. Copiar los archivos “Módulo N.swf y Módulo N.HTML”. Ir a la carpeta DreamWeaver, copiarlos y reemplazarlos.

### **Procedimiento para agregar un nuevo Módulo.**

Esta modificación es la más compleja de realizar, ya que requiere de la edición del entorno gráfico para dar cabida al nuevo módulo y la elaboración nuevos documentos HTML, nuevas pruebas interactivas y demás características propias del módulo a crear. Además de una reestructuración en todos los archivos HTML existentes.

A continuación se presentan los pasos para realizar la modificación del entorno gráfico:

1. Crear el nuevo botón y su respectivo menú desplegable similares al de los otros módulos, usando AdobeFlashCS4, este botón debe llamarse Módulo 7 y tener un color característico.
2. Abrir *Macromedia DreamWeaver*
3. Crear una nueva plantilla, en la cual se incluya el botón nuevo módulo en la barra de navegación entre módulos y contenido.
4. Reemplazar esta plantilla en todos los documentos HTML ya existentes, puesto que la barra de navegación entre módulos y contenido esta en la plantilla raíz.
5. Crear los enlaces necesarios para que todos los módulos estén interconectados, este proceso debe realizarse tanto en el nuevo módulo como en los ya existentes.

ANEXO I:  
CARTAS DE CONFIRMACIÓN DE LAS VISITAS INDUSTRIALES