

**DESARROLLO DE UN MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO (MEC)  
COMO RECURSO EN EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA  
MICROBIOLOGÍA INDUSTRIAL**

**ALVARO ENRIQUE CHACÓN BUSTOS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
BUCARAMANGA**

**2014**

**DESARROLLO DE UN MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO (MEC)  
COMO RECURSO EN EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA  
MICROBIOLOGÍA INDUSTRIAL**

**ALVARO ENRIQUE CHACÓN BUSTOS**

**Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Químico**

**Director**

**Crisóstomo Barajas Ferreira  
Magíster en Ingeniería Química**

**Codirector**

**Adriana Lucia Manosalva Cortés  
Bacterióloga M.Sc. (c) en Ciencias Básicas Biomédicas**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
BUCARAMANGA**

**2014**

“A Dios y a mi familia, quienes son la inspiración para idear, diseñar y exhibir, segundo a segundo, mi exorbitante y fantástico universo interior”

**AECB**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por guiarme y llenar mi vida de amor y bendiciones.

A mis padres, por su guía incansable cada día de mi existencia.

A mis hermanas, por ser el color y la alegría en mi andar día tras día.

A mi sobrina, por surgir y convertirse en la estrella de mi sendero.

A mi familia, por su cariño incondicional aún en la distancia.

A mis amigos, por aceptar cada pincelada de mi universo interior.

A Macondo, por avivar y moldear el folclor colombiano que yace en mi corazón.

A Kiwanis, por fortalecer mi liderazgo y afirmar mi deseo de ayuda a los demás.

A los profesores Crisóstomo, Adriana y Andrés por su invaluable aporte.

## CONTENIDO

	<b>pag.</b>
INTRODUCCIÓN	15
1. CONCEPTOS TEÓRICOS	18
1.1 TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TICs)	18
1.2 EL COMPUTADOR EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	18
1.2.1 Material educativo computarizado	19
1.2.2 Tipos de MECs	19
1.2.2.1 MEC de tipo algorítmico	19
1.2.2.2 MEC de tipo heurístico	20
1.2.3 Aspectos de diseño y comunicación de un MEC	20
1.2.3.1 Clases de zonas de comunicación	20
1.2.3.2 Disposición de las zonas de comunicación	20
1.2.3.3 Elementos constitutivos de las zonas de comunicación	20
1.3 APLICACIONES MÓVILES	21
2. DESARROLLO EXPERIMENTAL	22
2.1 ANÁLISIS DE NECESIDAD	22
2.2 SELECCIÓN DE SOFTWARE	23
2.3 ESTRUCTURACIÓN DEL CONTENIDO DEL MicroMEC	24
2.3.1 Capítulo 1: Historia	24
2.3.2 Capítulo 2: Célula	24
2.3.3 Capítulo 3: Bioquímica	24
2.3.4 Capítulo 4: Metabolismo	24
2.3.5 Capítulo 5: Enzimas	25
2.3.6 Capítulo 6: Crecimiento	25
2.3.7 Capítulo 7: Investigación	25
2.4 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL MicroMEC	25
2.4.1 Contenido teórico	26

2.4.2 Figuras y tablas	26
2.4.3 Estrategias de aprendizaje	26
2.4.3.1 Bibliografía	26
2.4.3.2 Evaluación	27
2.4.3.3 Glosario	27
2.4.3.4 Test final	27
2.4.4 Utilidades	27
2.4.4.1 Enlaces	28
2.4.4.2 Formas interactivas	28
2.4.4.3 Lecturas	28
2.4.4.4 Personajes	28
2.4.4.5 Play	28
2.4.4.6 Videoclips	29
2.5 DISEÑO Y MONTAJE DE INTERFAZ DEL MicroMEC	29
2.6 ESTRUCTURACIÓN DEL CONTENIDO DE MicroAPP	31
2.7 DISEÑO Y MONTAJE DE INTERFAZ DE MicroAPP	31
2.8 PRUEBA Y AJUSTE	31
2.9 EVALUACIÓN EXPERTA	32
2.10 ORIENTACIÓN AL USUARIO	32
2.11 PRODUCTO FINAL	33
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS	34
3.1 ANÁLISIS DE NECESIDAD	34
3.2 PRUEBA Y AJUSTE	34
3.2.1 Evaluación del MicroMEC	34
3.2.2 Evaluación de MicroAPP	35
3.3 EVALUACIÓN EXPERTA	36
3.3.1 Componente: contenido teórico	36
3.3.2 Componente: diseño gráfico	37
3.3.3 Componente: funcionalidad pedagógica y didáctica	37
CONCLUSIONES	38

RECOMENDACIONES	39
BIBLIOGRAFÍA	40
ANEXOS	44

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pag.</b>
<b>Figura 1.</b> Distribuciones simétrica y asimétrica de un pantallazo	21
<b>Figura 2.</b> Etapas de la metodología para el desarrollo del MicroMEC y MicroAPP	22
<b>Figura 3.</b> Esquema de la plantilla para las páginas del MicroMEC	30

## LISTA DE TABLAS

	<b>pag.</b>
<b>Tabla 1.</b> Listado de software usados para el desarrollo del MicroMEC y MicroAPP	23

## LISTA DE ANEXOS

	<b>pag.</b>
<b>Anexo A.</b> Metodologías para desarrollo de software educativo enfocado al proceso de enseñanza-aprendizaje	44
<b>Anexo B.</b> Contenido de los capítulos del MicroMEC	45
<b>Anexo C.</b> Acta de entrega de copia del MicroMEC al Centro de Estudios de Ingeniería Química UIS	52
<b>Anexo D.</b> Encuesta de análisis de necesidad de un material educativo computarizado para el aprendizaje de microbiología industrial	53
<b>Anexo E.</b> Encuesta de evaluación del MicroMEC	55
<b>Anexo F.</b> Encuesta de evaluación de MicroAPP	57
<b>Anexo G.</b> Evaluación experta del MicroMEC y MicroAPP del componente contenido teórico	59
<b>Anexo H.</b> Evaluación experta del MicroMEC y MicroAPP del componente diseño gráfico	60
<b>Anexo I.</b> Evaluación experta del MicroMEC y MicroAPP del componente funcionalidad pedagógica y didáctica	61
<b>Anexo J.</b> Descarga, elementos principales y vistas de la interfaz del MicroMEC	62
<b>Anexo K.</b> Descarga, elementos principales y vistas de la interfaz de MicroAPP	67

## RESUMEN

**TÍTULO:** DESARROLLO DE UN MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO (MEC) COMO RECURSO EN EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA MICROBIOLOGÍA INDUSTRIAL \*

**AUTOR:** ALVARO ENRIQUE CHACÓN BUSTOS\*\*

**PALABRAS CLAVES:** material educativo computarizado, aplicación móvil, microbiología industrial, aprendizaje.

### DESCRIPCIÓN

Este trabajo de grado tiene como objetivo principal el desarrollo de un material educativo computarizado (MEC) que actúe como recurso en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Microbiología Industrial del programa académico de Ingeniería Química en la Universidad Industrial de Santander. Adicionalmente, se propone el desarrollo de una aplicación que permita la navegación en los contenidos principales del MEC a través de dispositivos electrónicos móviles (teléfonos inteligentes y tabletas).

Se inició realizando un análisis de necesidades del proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de la asignatura; se seleccionaron los programas a utilizar en el desarrollo de las herramientas, así como se organizó el contenido teórico del MEC. Se procedió a diseñar la estructura e interfaz del MEC y su respectivo montaje; se continuó con la estructuración de contenidos, diseño y montaje de la aplicación móvil. Finalizadas las herramientas, se realizó una prueba y ajuste con estudiantes de la asignatura, quienes expresaron sus opiniones e inquietudes al respecto. Luego de realizar las correcciones, se sometieron las herramientas a una evaluación experta. Finalmente se estructuró la guía de usuario y se entregó el producto final.

La metodología aplicada permitió el desarrollo de un MEC y una aplicación móvil para el aprendizaje de Microbiología Industrial con contenidos útiles, fácil navegación y diseño gráfico atractivo. Los estudiantes mostraron aceptación y gran interés por los materiales. La evaluación experta arrojó valoraciones profundizadas y positivas sobre el trabajo realizado. Se espera que el MEC y su respectiva aplicación móvil sean adecuados y altamente usados por los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Química UIS y demás interesados en la temática.

---

\* Trabajo de grado.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Magíster Crisóstomo Barajas Ferreira. Codirector: Bacterióloga M.Sc. (c) Adriana Lucia Manosalva Cortés.

## ABSTRACT

**TITLE:** DEVELOPMENT OF A COMPUTERIZED EDUCATIONAL MATERIAL (CEM) AS A RESOURCE IN THE LEARNING PROCESS OF THE SUBJECT "INDUSTRIAL MICROBIOLOGY".\*

**AUTHOR:** ALVARO ENRIQUE CHACÓN BUSTOS\*\*

**KEY WORDS:** computerized educational material, mobile application, industrial microbiology, learning.

### DESCRIPTION

The main objective of this degree work is the development of a computerized educational material (CEM) that functions as a resource in the teaching and learning process of the subject "Industrial Microbiology", included in the Chemical Engineering program at Universidad Industrial de Santander. In addition, it is proposed the development of a mobile application that allows the navigation through the main contents of the CEM using mobile electronic devices (smartphones and tablets).

This work started by making an analysis of the needs in the teaching and learning process of students enrolled in the subject; then it was selected the software to be used in the development of the tools and it was organized the theoretical content of the resource. Afterwards it was designed the structure and interface of the material and its assembling; this was followed by the structuring of content, design and uploading of the mobile application. After finishing the tools, it was made a test and adjustment with students enrolled in the subject, who expressed their opinions and questions about the resource. Corrections were made and then tools were submitted to an expert assessment. Finally, the user's guide was elaborated and the final product was delivered.

The methodology applied allowed the development of a CEM and a mobile application for the learning process of the subject "Industrial Microbiology" including useful content, easy navigation and an attractive graphic design. Students exhibited acceptance and great interest for the materials. The expert assessment produced in-depth and positive ratings about the presented work. It is expected that the CEM and the mobile application will be adequate and highly used by students from the School of Chemical Engineering and others concerned with this topic.

---

\* Degree work.

\*\* Faculty of Physical-Chemical Engineering, School of Chemical Engineering. Director: Magíster Crisóstomo Barajas Ferreira. Co-director: Bacterióloga M.Sc. (c) Adriana Lucia Manosalva Cortés.

## INTRODUCCIÓN

A lo largo del desarrollo de la ingeniería, se han vinculado fuertemente a ésta procesos industriales que incluyen el uso de microorganismos, gracias a la gran versatilidad metabólica de éstos últimos, lo que permite llevar a cabo rutas de producción más sencillas, económicas y con menor impacto negativo sobre los recursos naturales. La anterior, se fundamenta como una de las principales razones que permite la inclusión de la asignatura Microbiología Industrial en el programa académico de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander a partir de la reforma académica de dicho programa puesta en vigencia en el año 2006.

Sin embargo, existen diferentes factores que impulsan la búsqueda de nuevos métodos para que el desarrollo y aplicabilidad de esta asignatura sean satisfactorios; por ejemplo, el bajo rendimiento y bajo interés de los estudiantes que se ha presentado desde la puesta en marcha de la materia, el poco acompañamiento práctico con el que se cuenta para las temáticas desarrolladas en la asignatura; también cabe mencionar el escaso soporte teórico adecuado y contextualizado hacia la ingeniería química.

En diferentes espacios educativos, se ha iniciado ya la discusión sobre los cambios que se deben hacer en cuanto a los métodos de enseñanza; es en este punto donde toma un papel importante el *software educativo*, como una forma de generar ambientes de aprendizaje basado en computadores y en el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs)<sup>1</sup>. Un Material Educativo Computarizado (MEC), es la designación dada a los tipos de aplicaciones

---

<sup>1</sup> LEGUIZAMÓN, Myriam C. Diseño y desarrollo de materiales educativos computarizados (MEC) : una posibilidad para integrar la informática con las demás áreas del currículo. En : Revista Virtual Universidad Católica del Norte. [en línea]. Vol. 19, septiembre-diciembre (2006). [consultado 10 oct. 2013]. Disponible en <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194220467007>>

informáticas cuyo objetivo es apoyar el proceso de aprendizaje; se caracterizan porque es el estudiante quien maneja el ritmo de dicho proceso<sup>2</sup>.

Para reforzar las falencias anteriormente descritas, el presente trabajo propone el desarrollo de un Material Educativo Computarizado para el Aprendizaje de Microbiología Industrial (MicroMEC), cuyo objetivo es brindar a los estudiantes una herramienta informática interactiva, establecida en un entorno web, complementada con una amplia base de imágenes y tablas contextualizadas, textos sencillos y concisos, artículos científicos relacionados a las temáticas de estudio, biografías de científicos relevantes en la historia de la microbiología industrial, videos, vínculos web de interés, formas interactivas y evaluaciones tipo test.

Basado en la fuerte adhesión que se tiene actualmente en el ambiente educativo, en el ambiente laboral y en la cotidianidad, de los teléfonos inteligentes y las tabletas, más conocidos como *smartphones* y *tablets*, respectivamente, este proyecto establece, como recurso adicional de la herramienta computacional, el desarrollo de una aplicación móvil para dichos dispositivos electrónicos la cual sea de descarga gratuita denominada MicroAPP, y en donde se incluyan los textos e imágenes más relevantes contenidos en el MicroMEC; esta aplicación será de gran utilidad ya que los estudiantes podrán permanecer en constante exploración y análisis de conceptos durante el proceso de aprendizaje de la asignatura microbiología industrial, sin importar el lugar donde se encuentren y con solo acceder a un dispositivo electrónico móvil que permita su visualización.

Éste trabajo propone la inclusión, en uno de los capítulos del MicroMEC y MicroAPP, una base de artículos científicos relacionados con procesos industriales biotecnológicos; esto con el fin de incentivar a los estudiantes a la revisión y análisis de éste tipo de documentos, ya que la investigación científica es el pilar

---

<sup>2</sup> GALVIS, A. Ingeniería de software educativo. Citado por LEGUIZAMÓN, Op. cit.

del conocimiento y las técnicas aplicadas en los procesos de la ciencia e ingeniería.

La metodología aplicada en este trabajo permitió el desarrollo de un instrumento educativo computacional y una aplicación móvil para teléfonos inteligentes y tabletas, de interfaz amigable y fácil navegación, los cuales fueron puestos en prueba por estudiantes de la asignatura microbiología industrial, mostrando éstos últimos gran interés y aceptación de las herramientas. También se realizó una valoración por parte de profesionales expertos para evaluar distintos componentes del MicroMEC, tales como contenido teórico, diseño gráfico y funcionalidad pedagógica y didáctica. Se diseñaron y estructuraron dos materiales útiles, MicroMEC y MicroAPP, de los cuales se espera sean correcta y altamente aplicados por parte de los docentes y estudiantes de la asignatura microbiología industrial e ingeniería química en general.

## 1. CONCEPTOS TEÓRICOS

### 1.1 TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TICs)

Las tecnologías de la información y comunicación (TICs) agrupan los elementos y las técnicas usadas en el tratamiento y la transmisión de las informaciones, principalmente de informática, internet y telecomunicaciones<sup>3</sup>. Estas tecnologías son protagonistas en la dinámica y transformación de los ámbitos de la experiencia humana cotidiana. Uno de estos ámbitos es la educación y el aprendizaje, es decir, el uso de las tecnologías multimedia para mejorar la calidad de los procesos de aprendizaje en ambientes educativos, desde niveles de educación preescolar hasta educación universitaria<sup>4</sup>.

### 1.2 EL COMPUTADOR EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

La comunidad dirigente educativa discute que los estudiantes ya no se motivan por aprender y que es momento de impulsar nuevos esquemas de aprendizaje en las aulas de clase. En este sentido, surge la siguiente inquietud: ¿qué papel juega la tecnología en el proceso educativo? En donde, al tratar de darle respuesta, aparece uno de los dispositivos tecnológicos más usados en la actualidad, *el computador*<sup>5</sup>.

Galvis<sup>6</sup> comenta, que las expectativas que genera el computador como medio de enseñanza-aprendizaje se fundamentan tanto en las características técnicas que tiene la máquina como en los desarrollos de la tecnología educativa en que se fundamenta el diseño de ambientes de aprendizaje. Un aspecto transcendental en el uso de los computadores es la interactividad que permite crear con el usuario; a

---

<sup>3</sup> Definición de TICs. [en línea]. [consultado 22 dic. 2013]. Disponible en < <http://www.tics.org.ar/home/index.php/noticias-destacadas-2/157-definicion-de-tics>>

<sup>4</sup> Tecnologías de la información y comunicación (TICs). [en línea]. [consultado 22 dic. 2013]. Disponible en < <http://consuelomblog.blogspot.com/2007/04/qu-son-las-tics.html>>

<sup>5</sup> LEGUIZAMÓN, Op. cit.

<sup>6</sup> GALVIS, Alvaro H. Ingeniería de software educativo. Bogotá : Ediciones Uniandes, 1992, p. 20.

esto se suma la combinación de diferentes atributos (palabra escrita, portabilidad, imagen, color, animación y sonido). Una óptima utilización del medio computacional en la educación depende, en gran parte, de lo interactivo que sea el material.

**1.2.1 Material educativo computarizado<sup>7</sup>.** 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 como los que dan soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje; de éste último grupo hacen parte los Materiales Educativos Computarizados (MECs), los cuales se entienden como aplicaciones que apoyan directamente el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los MECs tratan, ante todo, de complementar lo que con otros medios y materiales de enseñanza-aprendizaje no es posible o es difícil de lograr.

Es necesario reconocer las metodologías de desarrollo de estos tipos de software existentes para poder seleccionar o adaptar la más adecuada<sup>8</sup>. Las principales metodologías documentadas coinciden en establecer como mínimo una etapa de análisis, otra de diseño y/o desarrollo, pruebas y finalmente implementación del producto.

**1.2.2 Tipos de MECs<sup>9</sup>.** Una gran clasificación de los MECs es la propuesta por Dwyer<sup>10</sup>, que está ligada al enfoque educativo que predomina en ellos: algorítmico o heurístico.

**1.2.2.1 MEC de tipo algorítmico.** Es aquel en que predomina el aprendizaje vía transmisión de conocimiento; el diseñador se encarga de encapsular secuencias

---

<sup>7</sup> Ibid., p. 21, 42-43

<sup>8</sup> Ver Anexo A

<sup>9</sup> Ibid., p. 22

<sup>10</sup> DWYER, T. Heuristic strategies for using computers to enrich education. Citado por GALVIS, Op. cit.

bien diseñadas de actividades de aprendizaje que conducen al aprendiz desde donde está hasta donde desea llegar.

**1.2.2.2 MEC de tipo heurístico.** Es aquel en el que predomina el aprendizaje experiencial y por descubrimiento, donde el diseñador crea ambientes ricos en situaciones que el alumno debe explorar conjeturalmente. El alumno debe llegar al conocimiento a partir de la experiencia.

**1.2.3 Aspectos de diseño y comunicación de un MEC<sup>11</sup>.** El diseño de la comunicación en un MEC se centra en definir las zonas que harán posible que el usuario y el programa de computador se entiendan.

**1.2.3.1 Clases de zonas de comunicación.** Comúnmente, en la interfaz usuario-computador hay los siguientes tipos de zonas de comunicación:

- **Zonas de trabajo.** Son aquellas donde el usuario tiene a disposición lo que le sirve de base para aprender (p.ej., teoría, ejemplos, modelos).
- **Zonas de control del programa.** En éstas es posible alterar el flujo y el ritmo de ejecución del programa.
- **Zonas de contexto para la acción.** A través de éstas el usuario sabe en qué programa y módulo se encuentra, cómo navegar por el programa, etc.

**1.2.3.2 Disposición de las zonas de comunicación.** Una vez se hayan definido las zonas de comunicación que conviene utilizar, es importante cuidar que las relaciones de simetría entre ellas sean apropiadas. La distribución de un pantallazo puede ser simétrica o asimétrica, según se ilustra en la Figura 1.

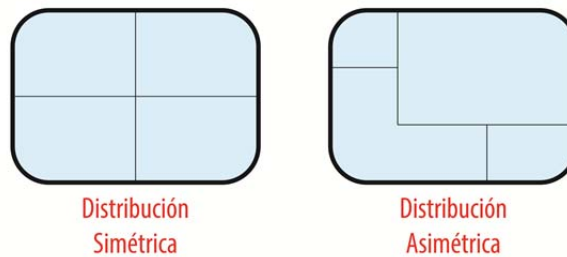
**1.2.3.3 Elementos constitutivos de las zonas de comunicación.** Además de la definición de las zonas de comunicación y su función, es necesario establecer las características de los elementos que se van a utilizar en éstas: menús, textos,

---

<sup>11</sup> GALVIS, Op. cit., p. 133-140

gráficos, animaciones, colores, entre otros. Cada una de las propiedades de los elementos se deben definir teniendo en cuenta el impacto que se espere de ellos.

**Figura 1.** Distribuciones simétrica y asimétrica de un pantallazo



### 1.3 APLICACIONES MÓVILES

Una aplicación móvil o *app* es una aplicación informática diseñada para ser ejecutada en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles. Generalmente, están disponibles a través de plataformas de distribución operadas por las compañías propietarias de los sistemas operativos móviles.

El desarrollo de aplicaciones móviles plantea retos específicos; no se trata solo de diferentes sistemas operativos y dispositivos, sino también de diversos tamaños de pantalla y opciones de los dispositivos<sup>12</sup>; debe considerar tipos de procesadores de los dispositivos, datos específicos de software, configuraciones, entre otros. En la actualidad existe un alto número de empresas dedicadas a la creación profesional de aplicaciones, aunque han surgido páginas web donde un usuario sin conocimientos de programación puede crear aplicaciones de forma sencilla y gratuita.

---

<sup>12</sup> IBM. Desarrollo de aplicaciones móviles. [en línea]. [consultado 22 dic. 2013]. Disponible en < <http://www-03.ibm.com/software/products/es/category/SWL10>>

## 2. DESARROLLO EXPERIMENTAL

Teniendo en cuenta las principales metodologías documentadas para la creación de MECs...Véase el numeral 1.2.1 ..., se organizaron una serie de etapas para el desarrollo del MicroMEC y MicroAPP, las cuales son esquematizadas en la Figura 2 y descritas a continuación.

**Figura 2.** Etapas de la metodología para el desarrollo del MicroMEC y MicroAPP



### 2.1 ANÁLISIS DE NECESIDAD

Con el fin de examinar el escenario inicial y estimar necesidades en el proceso de aprendizaje de microbiología industrial, se consultó con una de las docentes de la asignatura las falencias detectadas en los estudiantes; también se realizó una encuesta a un grupo de alumnos próximos a finalizar la asignatura, esto con el fin de analizar intereses, objetivos alcanzados y fallas presentadas en sus procesos de enseñanza-aprendizaje de microbiología industrial. La encuesta se diseñó utilizando el software *Microsoft Excel 2010*; el anterior software también fue usado para organizar, tabular y graficar estadísticamente la información obtenida.

## 2.2 SELECCIÓN DE SOFTWARE

Basado en que no se cuenta con formación especializada en programación de códigos computacionales y diseño web, se realizó una exhaustiva búsqueda y selección de software, de fácil utilización, que en conjunto permitieran el desarrollo del MicroMEC y de MicroAPP. Se revisaron diferentes tutoriales de los programas seleccionados, así como se llevó a cabo una exploración y pruebas de cada uno de ellos antes de iniciar el desarrollo de las herramientas objetivo de este trabajo. En la Tabla 1 se esquematizan los software escogidos.

**Tabla 1.** Listado de software usados para el desarrollo del MicroMEC y MicroAPP

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Adobe Dreamweaver CS6	Aplicación destinada a la construcción, diseño y edición de sitios web.
Adobe Fireworks CS6	Aplicación destinada a la edición de gráficos vectoriales y mapa de bits; también a la creación rápida de interfaces web y prototipos de websites.
Bloc de Notas	Editor de texto simple.
CoreIDRAW X6	Aplicación informática de diseño gráfico vectorial.
EncuestaFácil	Página web que permite la creación de encuestas en línea, de una forma rápida y sencilla. Disponible en < <a href="http://www.encuestafacil.com">www.encuestafacil.com</a> >
Google Chrome	Navegador web.
Issuu	Página web que permite cargar gratuitamente y visualizar en línea material digitalizado electrónicamente (libros, artículos, periódicos, etc.).
Microsoft Excel 2010	Aplicación para el diseño y manejo de hojas de cálculo; permite la elaboración de tablas y formatos.
Microsoft Word 2010	Software para el procesamiento de textos.
Mobincube	Página web que permite la generación de Apps para dispositivos móviles, de forma rápida y sencilla. Disponible en < <a href="http://www.mobincube.com/es/">www.mobincube.com/es/</a> >
Nitro Pro 8.5.2.10	Programa lector y creador de documentos en formato PDF.
Wondershare QuizCreator 4.2.1	Herramienta para la creación de cuestionarios, exámenes y encuestas.

## 2.3 ESTRUCTURACIÓN DEL CONTENIDO DEL MicroMEC

La estructura de estudio del MicroMEC se dividió en siete capítulos de consulta<sup>13</sup>; los seis primeros capítulos están basados en el contenido de la asignatura Microbiología Industrial del programa académico de Ingeniería Química UIS y el séptimo capítulo es una recopilación de artículos científicos relacionados con procesos industriales biotecnológicos. A continuación se presenta una descripción general de los capítulos.

**2.3.1 Capítulo 1: Historia.** Busca resaltar una perspectiva histórica e introductoria de la microbiología industrial, presentando aportes de científicos a lo largo del tiempo, así como conceptos básicos sobre biotecnología microbiana o microbiología industrial. *Contenido:* raíces históricas de la microbiología; diversidad microbiana; biotecnología microbiana.

**2.3.2 Capítulo 2: Célula.** En este capítulo se presentan las teorías y discusión sobre el origen de la vida, la estructura y diversidad de los microorganismos eucariotas y procariotas, así como las diferencias generales entre estos dos tipos de células. *Contenido:* teorías del origen de la vida; evolución microbiana; estructura celular; morfología celular; movimiento microbiano; microorganismos.

**2.3.3 Capítulo 3: Bioquímica.** Este capítulo realiza una exposición detallada de la estructura y función de las cuatro clases de macromoléculas (polisacáridos, lípidos, ácidos nucleicos y proteínas), las cuales integran e interactúan con las células. *Contenido:* enlaces; carbohidratos; lípidos; ácidos nucleicos; aminoácidos; proteínas.

**2.3.4 Capítulo 4: Metabolismo.** En este capítulo se indaga sobre las principales reacciones químicas que deben llevar a cabo todos los microorganismos para

---

<sup>13</sup> Ver Anexo B

obtener energía, y de esta forma mantener sus procesos vitales. *Contenido:* fundamentos en la conservación de la energía en sistemas biológicos; conservación de la energía.

**2.3.5 Capítulo 5: Enzimas.** Este capítulo expone la definición, estructura, tipos y mecanismos de acción de las enzimas, que son los biocatalizadores celulares. *Contenido:* revisión de conceptos; enzimas.

**2.3.6 Capítulo 6: Crecimiento.** En este capítulo se consideran algunos aspectos sobre el crecimiento microbiano, tales como definición, requerimientos, control y acción de variables ambientales sobre éste. *Contenido:* crecimiento celular y fisión binaria; crecimiento de poblaciones; curva de crecimiento; medidas del crecimiento microbiano; efectos de condiciones físico-químicas sobre el crecimiento.

**2.3.7 Capítulo 7: Investigación.** Con el fin de incentivar en los estudiantes la exploración de la investigación científica relacionada con la microbiología industrial, en este capítulo se presenta una recopilación de artículos científicos relacionados con procesos industriales biotecnológicos. Estos artículos científicos, consultados y descargados desde bases de datos biológicas en línea, fueron facilitados por una de las docentes de microbiología industrial obtenidos del trabajo realizado con estudiantes de la asignatura. *Contenido:* investigación científica y bases de datos biológicas; biocorrosión; biodiesel; bioetanol; biolixiviación; biopolímeros; biotransformación; compostaje; digestión anaerobia; probióticos.

## **2.4 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL MicroMEC**

Se definieron cuatro aspectos principales para presentar la funcionalidad pedagógica y didáctica del MicroMEC. Estos aspectos y el diseño de los diferentes elementos que los constituyen se describen a continuación.

**2.4.1 Contenido teórico.** Este aspecto envuelve los distintos conceptos y bases teóricas de las diferentes temáticas presentadas en cada capítulo. Se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica para conformar la teoría de cada uno de los capítulos del MicroMEC, la cual estuvo asesorada por una de las docentes de la asignatura microbiología industrial. Teniendo la información seleccionada y condensada, se procedió a digitalizar toda la teoría en textos usando el software *Microsoft Word 2010*.

**2.4.2 Figuras y tablas.** Teniendo definida la teoría de cada capítulo, se procedió al diseño de diferentes figuras e imágenes para complementar los textos, diseño el cual fue realizado usando el software *CorelDRAW X6* y posteriormente exportadas como archivos de extensión *.jpeg*; también se seleccionaron imágenes desde diferentes fuentes que así lo permitían. El diseño y elección de las imágenes para el MicroMEC fueron fundamentados sobre la premisa de brindar un alto impacto visual al usuario y así incidir positivamente sobre su aprendizaje de los conceptos. También se adicionaron diferentes tablas en el contenido de algunos capítulos, las cuales fueron diseñadas con el software *Adobe Fireworks CS6* y exportadas como archivos de extensión *.png*.

**2.4.3 Estrategias de aprendizaje.** En cada capítulo se establecieron estrategias que faciliten al usuario un mayor dinamismo en el aprendizaje de los mismos. Estas estrategias son:

**2.4.3.1 Bibliografía.** Presenta el listado de las diferentes fuentes bibliográficas y páginas web consultadas para conformar el contenido de cada capítulo; de esta forma el usuario podrá dirigirse a las fuentes en caso de que desee profundizar en las temáticas de estudio. La recopilación de fuentes examinadas se digitalizó a través de textos usando el software *Microsoft Word 2010*.

**2.4.3.2 Evaluación.** Se planteó una evaluación por cada capítulo, teniendo en cuenta competencias cognitivas (interpretativa, argumentativa y propositiva) para el diseño de las preguntas; se incluyeron los siguientes tipos de preguntas: falso/verdadero, selección múltiple/única respuesta, selección múltiple/múltiple respuesta, completar oraciones, relacionar elementos de dos columnas A y B, organizar secuencias y marcar sobre una imagen. Cada evaluación tiene una duración máxima de 20 minutos para su desarrollo y está compuesta por 20 preguntas, las cuales son elegidas aleatoriamente cada vez que se realice la prueba desde una base de 50 preguntas. Inicialmente se digitalizaron las preguntas de cada evaluación como textos a través del software *Microsoft Word 2010* y posteriormente se desarrolló cada test a través del software *Wondershare QuizCreator 4.2.1*.

**2.4.3.3 Glosario.** Esta sección guía al estudiante o usuario por el lenguaje de la microbiología industrial usado en cada uno de los capítulos, presentando los términos más relevantes y sus respectivas definiciones. La información de los glosarios se digitalizó en textos usando el software *Microsoft Word 2010*.

**2.4.3.4 Test final.** Adicional a las evaluaciones de cada capítulo, se incluyó en el MicroMEC un test que evalúa de forma general todos los fundamentos teóricos de los capítulos de la herramienta. Esta evaluación consta de 50 preguntas, elegidas aleatoriamente cada vez que se realice la prueba desde una base de 100 preguntas, y el usuario cuenta con máximo 120 minutos para su desarrollo. Este test también se realizó con los software *Microsoft Word 2010* y *Wondershare QuizCreator 4.2.1*.

**2.4.4 Utilidades.** Adicional a los textos, figuras y tablas, el contenido de cada capítulo se enriqueció con utilidades adicionales, de tal forma que la experiencia de aprendizaje a través del MicroMEC sea interactiva y dinámica. Los logos de cada una de las utilidades fueron diseñados usando el software *CorelDRAW X6* y

exportados como archivos de extensión *.jpeg*. Los recursos adicionales agregados se describen a continuación.

**2.4.4.1 Enlaces.** A lo largo de la navegación de algunos capítulos se incluyeron vínculos a páginas de internet con contenido interesante y relacionado con las temáticas en desarrollo. Los enlaces fueron recopilados y guardados en un archivo de texto simple usando el software *Bloc de Notas*.

**2.4.4.2 Formas interactivas.** Son imágenes con las cuales el usuario puede interactuar; cada imagen indica por donde se debe deslizar el cursor del computador para descubrir los conceptos ocultos y/o animaciones implícitas en ellas. Cada una de las instancias o estados de las formas interactivas fueron diseñados usando el software *CorelDRAW X6* y exportados como archivos de extensión *.jpeg*.

**2.4.4.3 Lecturas.** Son documentos en formato PDF estructurados como lecturas o artículos científicos que profundizan la temática en consulta. Las lecturas fueron diseñadas y/o editadas a través del software *CorelDRAW X6* y posteriormente exportadas como archivos de extensión *.pdf*.

**2.4.4.4 Personajes.** Corresponden a breves biografías de algunos científicos mencionados en los capítulos de MicroMEC, de los cuales se resaltan sus aportes a la microbiología industrial. Se consultó a través de internet la información de cada una de las biografías y luego se digitalizó como textos a través del software *Microsoft Word 2010*.

**2.4.4.5 Play.** Son quices interactivos que invitan al estudiante o usuario a realizar revisión de conceptos a medida que se van explorando los capítulos del MicroMEC; dichos test son de pocas preguntas y sin límite de tiempo para su desarrollo. Las preguntas fueron digitalizadas como textos a través del software

*Microsoft Word 2010* y luego los test se desarrollaron con el software *Wondershare QuizCreator 4.2.1*.

**2.4.4.6 Videoclips.** Corresponden a enlaces a videos relacionados con los temas en desarrollo a lo largo de los contenidos del MicroMEC. Algunos videos están incluidos en la base de datos de la herramienta, mientras que otros requieren conexión a internet para su visualización.

## **2.5 DISEÑO Y MONTAJE DE INTERFAZ DEL MicroMEC**

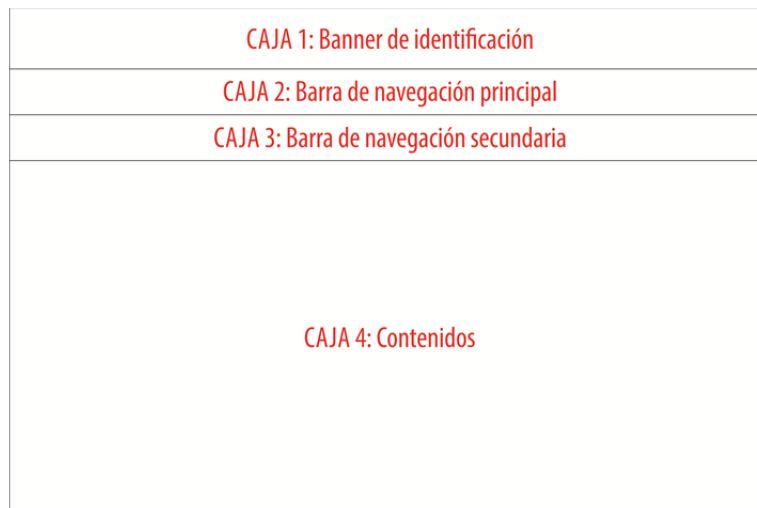
Teniendo diseñada, digitalizada y organizada la información correspondiente a los textos, figuras, tablas, estrategias de aprendizaje y utilidades de cada uno de los capítulos, se procedió a diseñar la interfaz del MicroMEC. Se diseñó un logo para cada una de las herramientas, MicroMEC y MicroAPP, los cuales están inspirados en un cultivo microbiano realizado en una caja o placa de Petri. Se usó el software *CorelDRAW X6* para el diseño de los logos y luego fueron exportados en formato *.jpeg*.

Se diseñaron las barras de navegación de la herramienta a través del software *Adobe Fireworks CS6*; se plantearon dos barras de navegación: una barra principal la cual brinda acceso a la página de inicio del MicroMEC, al listado de capítulos, a la guía de usuario y a la ficha técnica de la herramienta; y una barra secundaria la cual permite acceso a las estrategias de aprendizaje de cada uno de los capítulos (bibliografía, glosario y evaluación), así como también a la galería de imágenes del capítulo y un índice de los contenidos incluidos en éste. La barra de navegación secundaria se activa al ingresar a cada uno de los capítulos. También se diseñaron diferentes botones usados en el contenido del MicroMEC los cuales facilitan su navegación.

Se estructuró una plantilla en *Adobe Fireworks CS6* para ser usada como base en el diseño de cada una de las páginas del material. La plantilla consta de cuatro cajas que permiten la organización de todos los contenidos de la herramienta; la Figura 3 muestra el esquema de la plantilla y la descripción de cada una de las cajas.

Teniendo lista la plantilla y los elementos de los capítulos, se procedió a diseñar las diferentes páginas del MicroMEC usando el software *Adobe Fireworks CS6* y exportadas luego como archivos de extensión *.htm*. Las barras y diferentes botones incluidos en las páginas del material fueron ubicados y duplicados de forma que el usuario deba hacer un mínimo de clics para acceder a los contenidos que desea.

**Figura 3.** Esquema de la plantilla para las páginas del MicroMEC



Finalmente, ya diseñadas y exportadas todas las páginas del material, se avanzó a realizar la activación de todos los hipervínculos presentes en el contenido (barras, botones, utilidades, etc.), así como también a definir ciertas de

propiedades de las páginas (alineación y título visible al usuario). Estos pasos fueron realizados usando el software *Adobe Dreamweaver CS6*.

## **2.6 ESTRUCTURACIÓN DEL CONTENIDO DE MicroAPP**

Debido a limitaciones de la plataforma gratuita usada para el diseño de la aplicación móvil MicroAPP, se procedió a revisar detalladamente los contenidos del MicroMEC y de esta forma resumir los textos y elegir las figuras, tablas y utilidades más relevantes. Los archivos en formato PDF fueron cargados en línea a través de la página web *Issuu* y de esta forma poder visualizarlos desde la aplicación móvil. Las evaluaciones se volvieron a diseñar a través del software *CorelDRAW X6* y se exportaron en archivos de extensión *.pdf*, y así posteriormente ser cargadas también en la página web *Issuu*. Las barras y botones de MicroAPP fueron diseñados a través del software *CorelDRAW X6* y luego exportados en archivos de extensión *.png*.

## **2.7 DISEÑO Y MONTAJE DE INTERFAZ DE MicroAPP**

Teniendo listos los contenidos para incluir en la aplicación móvil, se procedió al diseño de MicroAPP a través de la página web *Mobincube*. Inicialmente se diseñaron cada una de las páginas; luego se pasó a realizar la hipervinculación de cada una de las barras y botones disponibles en la App. Finalmente se exportó y publicó en línea la aplicación, la cual está disponible para dispositivos móviles (celulares inteligentes y tabletas).

## **2.8 PRUEBA Y AJUSTE**

Finalizados los prototipos de MicroMEC y MicroAPP, se realizaron pruebas de dichas herramientas con estudiantes de microbiología industrial. Los estudiantes diligenciaron encuestas de satisfacción en cuanto al uso de cada uno de los

instrumentos. Expresaron también observaciones y diferentes errores detectados en la navegación de MicroMEC y MicroAPP, lo cual fue tenido en cuenta para realizar correcciones a las herramientas. La encuesta de satisfacción de MicroMEC fue diseñada con el software *Microsoft Excel 2010*, así como también la tabulación de los datos obtenidos. La encuesta de satisfacción de MicroAPP fue diseñada en línea a través de la página web *EncuestaFácil* y enlazada directamente desde la aplicación móvil; la página web *EncuestaFácil* exportó un archivo en formato *.xls* con los datos recopilados de la encuesta de MicroAPP.

## **2.9 EVALUACIÓN EXPERTA**

Luego de realizar la prueba y ajuste de MicroMEC y MicroAPP, se solicitó a profesionales de diferentes áreas que exploraran las herramientas y realizaran una evaluación técnica de los siguientes aspectos: contenido teórico, diseño gráfico y funcionalidad pedagógica y didáctica. Se diseñó un formato a través del software *Microsoft Excel 2010* para realizar las evaluaciones en mención.

## **2.10 ORIENTACIÓN AL USUARIO**

Se incluyó un archivo de texto simple que recoge información general para la instalación y correcta visualización del MicroMEC y MicroAPP, el cual se invita a que sea revisado antes de explorar las herramientas. También se realizaron dos guías de usuario en formato PDF (una de MicroMEC y otra de MicroAPP), diseñadas de forma sencilla y visualmente atractivas al leer a través del software *CorelDRAW X6*, las cuales exponen las generalidades en cuanto al uso del material educativo computarizado y de la aplicación móvil. En la ficha técnica del material, disponible en la navegación del MicroMEC, se incluye información de contacto (correo electrónico y cuenta de *Twitter*), para aquellos usuarios que deseen presentar observaciones y/o inquietudes respecto a los materiales.

## 2.11 PRODUCTO FINAL

Se entregó una copia en DVD del MicroMEC al Centro de Estudios de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander, para que los estudiantes puedan acceder a las herramientas<sup>14</sup>. En el MicroMEC está incluida la información para descargar, instalar y visualizar la aplicación móvil MicroAPP. MicroMEC también ha sido cargado en línea desde donde se puede descargar gratuitamente y de esta forma los estudiantes puedan explorar el material desde sus computadores personales.

---

<sup>14</sup> Ver Anexo C

### 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

#### 3.1 ANÁLISIS DE NECESIDAD

Se encuestó una muestra de 110 estudiantes que estaban cursando (en etapa final) la asignatura Microbiología Industrial<sup>15</sup>. La mayoría de los encuestados tenían un alto interés en la asignatura, lo cual se enmarca como un buen inicio para el proceso de aprendizaje de la misma.

Pocos estudiantes estaban satisfechos con su desempeño en la asignatura (20% de la muestra); esto es motivo para buscar soluciones, es decir, nuevas herramientas que faciliten la comprensión e interpretación de las bases conceptuales, en este caso, un MEC, el cual va acorde con el uso tecnológico actual. La mayoría de los encuestados (75% de la muestra), usaban páginas web en su proceso de aprendizaje, lo cual incentiva la elección de un entorno web como interfaz para el desarrollo del MicroMEC.

Los estudiantes encuestados consideraron necesario, en altos niveles, el desarrollo de ayudas computarizadas para su proceso de aprendizaje; lo anterior fortalece la justificación del actual proyecto, el diseño de un material educativo computarizado para el aprendizaje de Microbiología Industrial, el cual fortalezca el desempeño y resultados de los estudiantes en la asignatura.

#### 3.2 PRUEBA Y AJUSTE

**3.2.1 Evaluación del MicroMEC<sup>16</sup>.** Se facilitó la exploración del MicroMEC a 68 estudiantes de la asignatura Microbiología Industrial en salas de cómputo del CENTIC el día 11 de diciembre de 2013 desde las 2:00 p.m. hasta las 6:00 p.m.,

---

<sup>15</sup> Ver Anexo D

<sup>16</sup> Ver Anexo J

los cuales diligenciaron la encuesta de evaluación de distintos componentes de la herramienta<sup>17</sup>. El 97% de la muestra estuvo de acuerdo en que el contenido disponible es adecuado a la necesidad de los estudiantes. Un 76% de la muestra estuvo totalmente de acuerdo y solo un 3% en desacuerdo en que los recursos adicionales de cada capítulo contribuyen satisfactoriamente al objetivo del material. Estas cifras indican que la revisión y selección bibliográfica y la estructuración de los contenidos fue adecuada para la finalidad del MicroMEC. El 88% de la muestra estuvo totalmente de acuerdo en que las páginas se cargan de forma rápida. El 100% de la muestra estuvo de acuerdo en que es fácil encontrar los contenidos que desean explorar. Lo anterior expresa que el MicroMEC tiene un acertado esquema de navegación, lo cual es clave para el uso del material.

El 100% de la muestra estuvo de acuerdo en que el tamaño de las fuentes es adecuado. El 85% de la muestra estuvo totalmente de acuerdo en que las imágenes mostradas son de buena resolución y tamaño. El 76% de la muestra estuvo totalmente de acuerdo y solo un 3% en desacuerdo en que el diseño gráfico general del material es atractivo y actual. Esto expresa que los estándares de diseño usados en el MicroMEC aportan positivamente al proceso de aprendizaje de los estudiantes y hacen que la herramienta sea agradable visualmente y no se torne aburrida al momento de explorarla.

En general, MicroMEC tuvo muy buena aceptación por parte de los estudiantes; las observaciones brindadas fueron altamente positivas y alentadoras. Se encontraron algunos errores de navegación en ciertos botones y enlaces, los cuales fueron corregidos.

**3.2.2 Evaluación de MicroAPP<sup>18</sup>.** 46 estudiantes descargaron y exploraron la aplicación en sus dispositivos móviles y diligenciaron la encuesta de evaluación<sup>19</sup>.

---

<sup>17</sup> Ver Anexo E

<sup>18</sup> Ver Anexo K

<sup>19</sup> Ver Anexo F

MicroAPP tuvo alta aceptación; los estudiantes expresaron que es muy útil y permite acceder fácilmente a los contenidos. Esto afirma como satisfactoria la propuesta de presentar una aplicación móvil que acompañe al MicroMEC. Hubo desacuerdo en cuanto al tamaño de las fuentes usadas; también expresaron incomodidad por la publicidad comercial permanente que aparece en la aplicación. Las anteriores inquietudes son limitaciones de la plataforma con la cual se desarrolló la aplicación, esto debido a que el servicio es gratuito.

### **3.3 EVALUACIÓN EXPERTA**

Tres profesionales en las áreas de microbiología, diseño gráfico y educación, evaluaron los componentes contenido teórico, diseño gráfico y funcionalidad pedagógica y didáctica, del MicroMEC y MicroAPP, respectivamente. A continuación se indican los conceptos expresados.

**3.3.1 Componente: contenido teórico<sup>20</sup>.** El contenido teórico es suficiente y está organizado coherentemente considerando que el programa de la asignatura de Microbiología Industrial está dirigido a estudiantes de ingeniería química. Cabe resaltar que la información ofrecida por MicroMEC y MicroAPP es bastante clara, verdadera y delimitada en orden lógico, lo cual permite al estudiante la comprensión de los contenidos teóricos básicos impartidos en los primeros capítulos y su posterior aplicación en algunos procesos bioquímicos, logrando una interesante articulación entre algunos procesos microbianos y ciertas aplicaciones de índole biotecnológico. MicroMEC y MicroAPP permiten al estudiante tener una interacción más vivencial con el proceso de aprendizaje generando la adquisición de competencias cognitivas, actitudinales y axiológicas.

---

<sup>20</sup> Ver Anexo G

**3.3.2 Componente: diseño gráfico<sup>21</sup>.** MicroMEC y MicroAPP, son unas aplicaciones con estructura de diagramación práctica, ágil y fluida; su composición gráfica es agradable en el manejo tipográfico y base visual de fotografías; las cajas tipográficas son las adecuadas ya que son de fácil lectura, el manejo cromático es sólido, elegante y sobrio. Intro dinámico y preciso, link de informativos perfecto para este tipos de herramientas educativas, su esencia gráfica es adecuada, armónica y minimalista, ayuda al enfoque directo de su aplicación. Los textos informativos acompañados de imágenes y fichas de apoyo, están bien diagramados a su eje estructural.

**3.3.3 Componente: funcionalidad pedagógica y didáctica<sup>22</sup>.** MicroMEC y MicroAPP proporcionan un ambiente informático educativo adecuado para el tipo de proceso de aprendizaje al cual están dirigidos; vinculan activamente al aprendiz a ser parte, casi protagonista, de la construcción del conocimiento. Usan métodos apropiados de evaluación, facilitan al estudiante elementos didácticos que optimizan la consecución de los objetivos de aprendizaje de los diferentes tópicos que se trabajan a lo largo del contenido. Estos instrumentos están al nivel de los requerimientos de los programas de estudio vigentes; brindan a los alumnos actualización en el uso de herramientas virtuales.

---

<sup>21</sup> Ver Anexo H

<sup>22</sup> Ver Anexo I

## CONCLUSIONES

La metodología aplicada permitió el diseño y desarrollo de un material educativo computarizado de interfaz atractiva, interactiva y de fácil navegación, que se enmarca como una efectiva solución para optimizar los resultados que se obtengan en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de la asignatura Microbiología Industrial del programa académico de Ingeniería Química UIS.

Se obtuvo una aplicación móvil que condensa los contenidos más relevantes del Material Educativo Computarizado para el Aprendizaje de Microbiología Industrial, la cual permite a los estudiantes estar a la vanguardia de las tecnologías modernas en su proceso y métodos de estudio, ya que pueden revisar y analizar diferentes tópicos de la microbiología industrial con solo acceder a un teléfono inteligente y/o tableta.

Gracias a la evaluación experta realizada al Material Educativo Computarizado para el Aprendizaje de Microbiología Industrial, y a su respectiva aplicación móvil, se rectificó que se desarrollaron herramientas sólidas que puedan facilitar un aporte real y altamente significativo en el proceso de aprendizaje de la microbiología industrial enfocada hacia a la ingeniería química.

Se evidenció que el diseño e implementación de nuevas tecnologías para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en las áreas de la educación, se hace necesario, esto debido al acelerado avance que existe actualmente en las comunicaciones, en la ciencia y en la tecnología; los métodos convencionales de enseñanza se deben fusionar con modernas y eficientes alternativas y así optimizar los resultados en el aprendizaje de los estudiantes.

## RECOMENDACIONES

Es importante que los docentes de la asignatura Microbiología Industrial del programa académico de Ingeniería Química UIS, divulguen estas herramientas a sus estudiantes y los incentiven a su exploración y análisis, de esta forma MicroMEC y MicroAPP podrán ser aprovechados y aportarán positivamente al proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura.

Se recomienda que la Universidad Industrial de Santander y/o la Escuela de Ingeniería Química faciliten la inclusión del Material Educativo Computarizado para el Aprendizaje de Microbiología Industrial en un servidor disponible en internet, y así sea más sencilla la consulta de la herramienta por parte de los estudiantes y docentes.

En cuanto al uso de MicroMEC y MicroAPP se recomienda:

- Revisar detalladamente las guías de usuario antes de iniciar la exploración de las herramientas, de esta forma podrán navegar adecuadamente a través de los contenidos y aprovechar al máximo los recursos adicionales dispuestos.
- A los estudiantes, explorar y analizar los diferentes artículos científicos expuestos en el capítulo siete; la investigación, en este caso, brinda una mayor perspectiva sobre lo que se sabe respecto a procesos biotecnológicos y sus diversas aplicaciones.
- A los estudiantes, fusionar el MicroMEC a sus métodos de estudio junto con las metodologías tradicionales aplicadas, más no adoptarlo como único método de estudio.
- A los docentes, revisar detalladamente todos los contenidos y utilidades que brindan MicroMEC y MicroAPP y así puedan adaptarlos óptimamente al proceso de enseñanza aplicado con sus estudiantes.

## BIBLIOGRAFÍA

ADOBE SYSTEMS INCORPORATED. Ayuda de Dreamweaver : ayuda y tutoriales. [en línea]. [consultado may. 2013]. Disponible en <<http://helpx.adobe.com/es/dreamweaver/topics.html>>

ADOBE SYSTEMS INCORPORATED. Ayuda de Fireworks : ayuda y tutoriales. [en línea]. [consultado may. 2013]. Disponible en <<http://helpx.adobe.com/es/fireworks/topics.html>>

ÁLVAREZ, Diego y REYES, Olga. Diseño de una herramienta interactiva para el acompañamiento del aprendizaje en la asignatura de bioprocesos. Bucaramanga, 2009, 60 p. Trabajo de grado (Ingeniero Químico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería Química.

ARDILA, Nury y MERCHÁN, Edgar. Desarrollo de un material educativo computacional (MEC) para uso en la enseñanza de transferencia de masa, específicamente en las operaciones de absorción y desorción. Bucaramanga, 2004, 111 p. Trabajo de grado (Ingeniero Químico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería Química.

ARTEAGA ROSERO, Juan Andrés. Diseño e implementación de un material educativo computarizado (MEC) para el aprendizaje del curso de estequiometría. Bucaramanga, 2010, 50 p. Trabajo de grado (Ingeniero Químico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería Química.

BECKER, Wayne; KLEINSMITH, Lewis y HARDIN, Jeff. El mundo de la célula. Sexta edición. Madrid : Pearson : Addison Wesley, 2007. 970 p.

BOYER, Rodney F. Conceptos en bioquímica. México : International Thomson Editores, 2000. 694 p.

CASSIMERIS, Lynne y RAYMOND, Ochs. Lewin's cells. Second edition. Boston : Jones and Bartlett Publishers, 2011. 1053 p.

CONN, Eric E. Bioquímica fundamental. Cuarta edición. México : Limusa, 2000. 736 p.

COREL CORPORATION. Guía de CorelDRAW® graphics suite X6. Ottawa : Corel Corporation, 2012. 177 p.

Definición de TICs. [en línea]. [consultado 22 dic. 2013]. Disponible en <<http://www.tics.org.ar/home/index.php/noticias-destacadas-2/157-definicion-de-tics>>

GALVIS PANQUEVA, Alvaro H. Ingeniería de software educativo. Bogotá : Ediciones Uniandes, 1992. 361 p.

GARRIDO, Amando y TEIJON, José. Bioquímica metabólica : conceptos y tests. Segunda edición. Madrid : Tebar, 2009. 392 p.

GLAZER, Alexander y NIKAIDO, Hiroshi. Microbial biotechnology : fundamentals of applied microbiology. Second edition. Berkeley : Cambridge University Press, 2007. 554 p.

IBM. Desarrollo de aplicaciones móviles. [en línea]. [consultado 22 dic. 2013]. Disponible en <<http://www-03.ibm.com/software/products/es/category/SWL10>>

LEGUIZAMÓN, Myriam C. Diseño y desarrollo de materiales educativos computarizados (MEC) : una posibilidad para integrar la informática con las demás áreas del currículo. En : Revista Virtual Universidad Católica del Norte. [en línea]. Vol. 19, septiembre-diciembre (2006). [consultado 10 oct. 2013]. Disponible en <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194220467007>>

MADIGAN, Michael; MARTINKO, John y PARKER, Jack. Biología de los microorganismos : Brock. Décima edición. Madrid : Pearson : Prentice Hall, 2003. 1011 p.

NELSON, David y COX, Michael. Lehninger : principios de bioquímica. Cuarta edición. Barcelona : Ediciones Omega, 2008. 1186 p.

RINCON, Lucely y PANQUEVA, Lyda. Desarrollo de un material educativo computacional (MEC) para la enseñanza de la termodinámica química II en la escuela de Ingeniería Química. Bucaramanga, 2007. 68 p. Trabajo de grado (Ingeniero Químico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería Química.

SCRAGG, Alan H. Biotecnología para ingenieros : sistemas biológicos en procesos tecnológicos. México : Limusa, 1997. 410 p.

Tecnologías de la información y comunicación (TICs). [en línea]. [consultado 22 dic. 2013]. Disponible en <<http://consuelomblog.blogspot.com/2007/04/qu-son-las-tics.html>>

THIEMAN, William y PALLADINO, Michael. Introducción a la biotecnología. Segunda edición. Madrid : Pearson Educación, 2010. 384 p.

TORTORA, Gerard; FUNKE, Berdell y CASE, Christine. Introducción a la microbiología. Novena edición. Buenos Aires : Editorial Medica Panamericana, 2007. 959 p.

WONDERSHARE SOFTWARE. Wondershare QuizCreator : how to use. [en línea]. [consultado jun. 2013]. Disponible en <http://www.wondershare.com/guide/quizcreator.html>

**ANEXO A. METODOLOGÍAS PARA DESARROLLO DE SOFTWARE  
EDUCATIVO ENFOCADO AL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE**

<b>Autor</b>	<b>Denominación de la metodología</b>	<b>Etapas</b>
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 desarrollo del MEC</li> <li>4. Diseño de MEC</li> <li>5. Entorno para el diseño de MEC</li> <li>6. Entorno del diseño</li> <li>7. Diseño educativo del MEC</li> <li>8. Desarrollo de MEC</li> <li>9. Prueba piloto de MEC</li> <li>10. Prueba de campo de MEC</li> </ol>
Ovalle y Padilla	Para el desarrollo de un software educativo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análisis y estudio de factibilidad del proyecto</li> <li>2. Diseño y esquematización pedagógica de la aplicación</li> <li>3. Desarrollo y programación</li> <li>4. Distribución</li> </ol>
Bertha López. Gustavo Peláez. Maria Abud	Metodología para el desarrollo de software educativo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determinar la necesidad de un software educativo</li> <li>2. Formación del equipo de trabajo</li> <li>3. Análisis y delimitación del tema</li> <li>4. Definición de usuario</li> <li>5. Estructuración del contenido</li> <li>6. Elección del tipo de software para 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> <li>11. Prueba de campo</li> <li>12. Mercadotecnia</li> <li>13. Entrega del producto final</li> </ol>

Fuente: LEGUIZAMÓN, Op. cit.

## ANEXO B. CONTENIDO DE LOS CAPÍTULOS DEL MicroMEC

**Figura B.1.** Contenido del capítulo uno del MicroMEC

1.1 RAÍCES HISTÓRICAS DE LA MICROBIOLOGÍA
Ferdinand Cohn y la Ciencia de la Bacteriología
Pasteur y el Fin de la Generación Espontánea
Koch y la Teoría Microbiana de las Enfermedades Infecciosas
Koch y los Cultivos Puros
Koch y la Tuberculosis
1.2 DIVERSIDAD MICROBIANA
Beijerinck y Winogradsky
Desarrollo de las Subdisciplinas más Importantes de la Microbiología - Aparición de la Microbiología Industrial
1.3 BIOTECNOLOGÍA MICROBIANA
Áreas de Aplicación
<u><i>Biotecnología Microbiana y Salud</i></u>
<u><i>Biotecnología Microbiana y Alimentos</i></u>
<u><i>Biotecnología Microbiana y Producción Animal y Vegetal</i></u>
<u><i>Biotecnología Microbiana y Minería</i></u>
<u><i>Biotecnología Microbiana y Servicios</i></u>

**Figura B.2.** Contenido del capítulo dos del MicroMEC

2.1 TEORÍAS DEL ORIGEN DE LA VIDA
Evolucionismo
<u>Historia del Pensamiento Evolucionista</u>
<u>Neodarwinismo</u>
<u>Síntesis Evolutiva Moderna</u>
Creacionismo
<u>Historia del Creacionismo</u>
<u>Creacionismo Clásico</u>
<u>Creacionismo Contemporáneo</u>
Generación Espontánea
2.2 EVOLUCIÓN MICROBIANA
Orgánulos y Eucariotas: Endosimbiosis
<u>Origen del Núcleo</u>
<u>Endosimbiosis</u>
El Árbol Universal de la Vida
2.3 ESTRUCTURA CELULAR
Células Eucarióticas y Procarióticas
<u>Células Eucarióticas</u>
Membrana Citoplasmática (Membrana Celular) y Pared Celular
Núcleo
Mitocondrias
Ribosomas
Hidrogenosoma
Cloroplasto
Retículo Endoplasmático
Aparato de Golgi
Lisosomas
Peroxisomas
Microfilamentos y Microtúbulos
Centríolos
<u>Células Procarióticas</u>
Membranas y Paredes Celulares
<u>Composición Química de las Membranas</u>
<u>La Membrana Citoplasmática (MC)</u>
<u>Agentes Reforzantes en las Membranas</u>
<u>Membranas de Archaea</u>
<u>Funciones de la Membrana Citoplasmática</u>
<u>Sistemas de Transporte de Membrana</u>
<u>Pared Celular de los Procariotas</u>

Endosporas

Definición

Estructura

Propiedades

Formación

Germinación

Célula Vegetativa vs. Endospora

2.4 MORFOLOGÍA CELULAR

2.5 MOVIMIENTO MICROBIANO

Movimiento Flagelar

¿De qué manera se comunica el movimiento al flagelo?

Movimiento por Deslizamiento

2.6 MICROORGANISMOS

Virus

Estructura

*Estructura Helicoidal*

*Estructura Icosaédrica*

*Estructura de Envoltura*

*Complejos*

Replicación Vírica

Diversidad Vírica

Bacterias

Metabolismo

Reproducción

Diversidad Bacteriana

Algas

Paredes Celulares

Movilidad

Diversidad en Algas

Hongos

Paredes Celulares

Hongos Filamentosos: Mohos

Hongos Macroscópicos: Setas

Hongos Unicelulares: Las Levaduras

Diversidad en Hongos

**Figura B.3.** Contenido del capítulo tres del MicroMEC

3.1 ENLACES
Enlace Covalente
Puente de Hidrógeno
Fuerzas de van der Waals
Interacciones Hidrofóbicas
Modelos de Unión en Biomoléculas
3.2 CARBOHIDRATOS
Enlace Glicosídico
Clasificación de los Carbohidratos
<u>Monosacáridos</u>
<u>Disacáridos</u>
<u>Trisacáridos</u>
<u>Polisacáridos</u>
<u>Polisacáridos de Reserva</u>
Almidón
Glucógeno
Otros Polisacáridos de Reserva
<u>Polisacáridos Estructurales</u>
Paredes Celulares de la Plantas
Paredes Celulares Bacterianas
3.3 LÍPIDOS
Clasificación
<u>Lípidos Complejos</u>
Ácidos Grasos
Triacilglicéridos (Triglicéridos)
Éteres Alquílicos de los Acilglicéridos
Glucosilacilglicéridos
Fosfoglicéridos
Ceras
<u>Lípidos Simples</u>
Terpenos
Esteroides
3.4 ÁCIDOS NUCLEICOS
Nucleótidos
ADN
ARN
3.5 AMINOÁCIDOS
3.6 PROTEÍNAS
Estructuras Primaria y Secundaria
<u>Estructura Primaria</u>
<u>Estructura Secundaria</u>
Estructuras de Orden Superior
Desnaturalización

**Figura B.4.** Contenido del capítulo cuatro del MicroMEC

4.1 FUNDAMENTOS EN LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA EN SISTEMAS BIOLÓGICOS
Oxidación - Reducción
Donadores y Aceptores de Electrones
NAD
Compuestos de Alta Energía
<i><u>Adenosín Trifosfato (ATP)</u></i>
<i><u>Coenzima A</u></i>
<i><u>Almacenamiento de la Energía</u></i>
4.2 CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA
Glucólisis, Ejemplo de Fermentación
<i><u>Etapas I: Reacciones Preparatorias</u></i>
<i><u>Etapas II: Oxidación</u></i>
<i><u>Etapas III: Reducción</u></i>
Ciclo de Krebs (Ciclo del Ácido Cítrico)
<i><u>Etapas I: Descarboxilación Oxidativa</u></i>
<i><u>Etapas II: Ciclo del Ácido Cítrico</u></i>
Alternativas Catabólicas
<i><u>Respiración Anaeróbica</u></i>
<i><u>Quimiolitotrofia</u></i>
<i><u>Fototrofia</u></i>

**Figura B.5.** Contenido del capítulo cinco del MicroMEC

5.1 REVISIÓN DE CONCEPTOS
Energía Libre
Reacciones Exotérmicas y Endotérmicas
Energía Libre de Formación
Energía de Activación
Catalizador
5.2 ENZIMAS
Catálisis Enzimática
Estructura de las Enzimas
Coenzimas
<i><u>Mecanismo de Acción de las Coenzimas</u></i>
Clasificación y Nomenclatura de las Enzimas

**Figura B.6.** Contenido del capítulo seis del MicroMEC

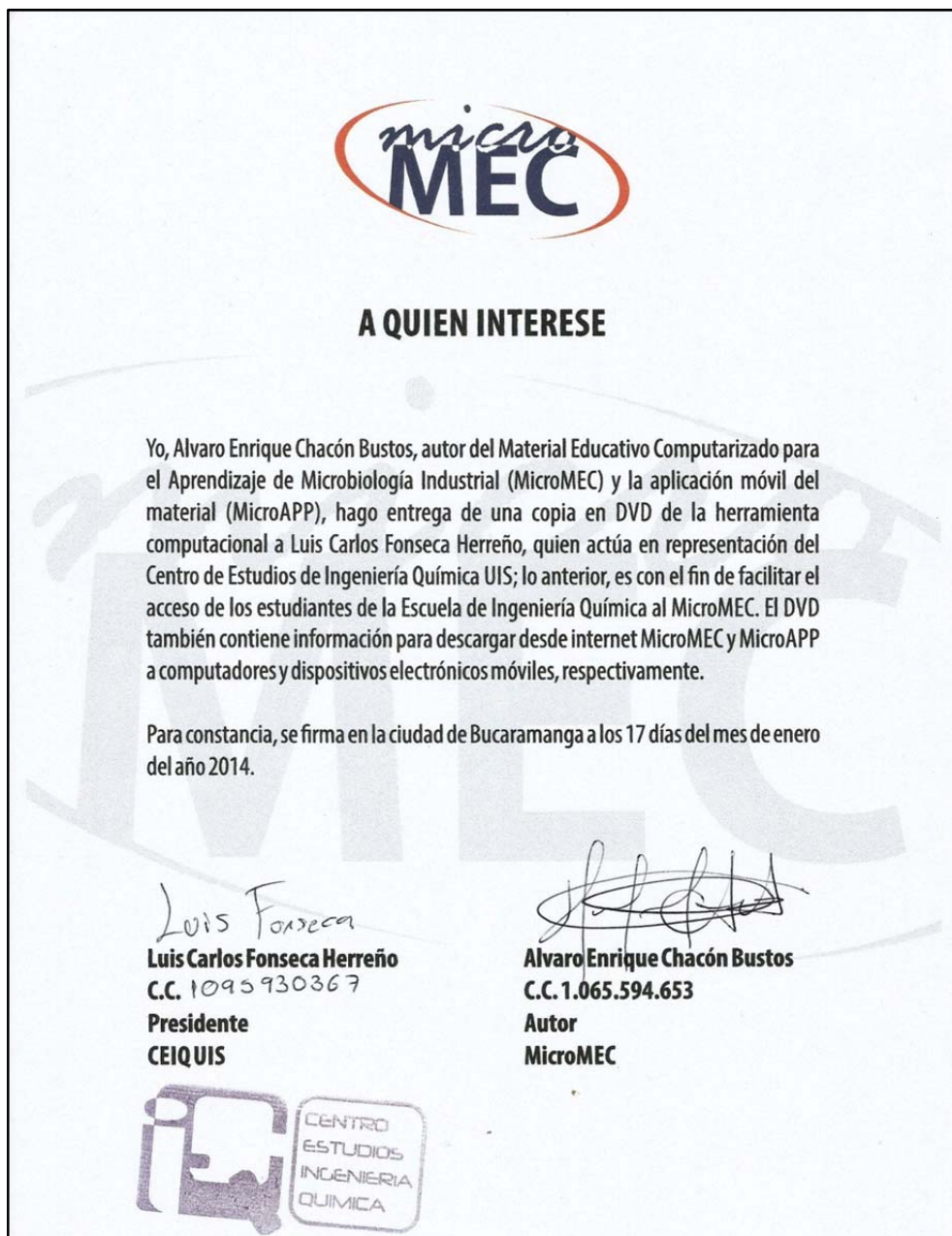
6.1 CRECIMIENTO CELULAR Y FISIÓN BINARIA
Fisión Binaria
6.2 CRECIMIENTO DE POBLACIONES
Crecimiento Exponencial
6.3 CURVA DE CRECIMIENTO
Fase de Latencia
Fase Exponencial
Fase Estacionaria
Fase de Muerte
6.4 MEDIDAS DEL CRECIMIENTO MICROBIANO
Recuento de Células Totales
<u>Limitaciones del Método de Recuento Directo</u>
Recuento de Células Viables
Dilución de las Suspensiones Celulares
Turbidez
6.5 EFECTOS DE CONDICIONES FÍSICO-QUÍMICAS SOBRE EL CRECIMIENTO
Temperatura
<u>Temperaturas Cardinales</u>
<u>Clasificación de Microorganismos según la Temperatura</u>
pH
<u>Clasificación de los Microorganismos según el pH</u>
<u>pH Intracelular</u>
Actividad de Agua
<u>Solutos Compatibles</u>
Oxígeno
<u>Clasificación de Microorganismos según el Oxígeno</u>

**Figura B.7.** Contenido del capítulo siete del MicroMEC

7. INVESTIGACIÓN
7.1 INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
Bases de Datos Biológicas
<u>NCBI</u>
<u>EMBL-EBI</u>
<u>ScienceDirect</u>
7.2 PROCESOS BIOTECNOLÓGICOS
Biorrosión
Biodiesel
Bioetanol
Biolixiviación
Biopolímeros
Biotransformación
Compostaje
Digestión Anaerobia
Probióticos

## ANEXO C. ACTA DE ENTREGA DE COPIA DEL MicroMEC AL CENTRO DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA QUÍMICA UIS

Figura C.1. Copia escaneada del acta de entrega de copia del MicroMEC al CEIQ



## ANEXO D. ENCUESTA DE ANÁLISIS DE NECESIDAD DE UN MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO PARA EL APRENDIZAJE DE MICROBIOLOGÍA INDUSTRIAL

### D.1 ENCUESTA

**Tabla D.1.** Formato de la encuesta de análisis de necesidad

ENCUESTA DE ANÁLISIS DE NECESIDAD DE UN MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO PARA EL APRENDIZAJE DE MICROBIOLOGÍA INDUSTRIAL					
FECHA:		<input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/>			
1. Califique su interés en la asignatura microbiología, siendo "5" el máximo interés y "0" ningún interés.					
0	1	2	3	4	5
2. ¿Está satisfecho con su desempeño actual en la asignatura?					
SI	NO	POCO			
3. ¿Usa artículos científicos como herramienta en el proceso de aprendizaje de la asignatura?					
SI	NO	A VECES			
4. ¿Usa páginas web como herramienta en el proceso de aprendizaje de la asignatura?					
SI	NO	A VECES			
5. ¿Usa recursos multimedia (videos, fotos animaciones, etc.) como herramienta en el aprendizaje de la asignatura?					
SI	NO	A VECES			
6. ¿Considera necesario el uso de ayudas computarizadas para el aprendizaje de la asignatura? "5" es la máxima necesidad y "0" no es necesario.					
0	1	2	3	4	5

## D.2 RESULTADOS

**FECHA DE REALIZACIÓN:** 10 de abril de 2013

**POBLACIÓN:** Estudiantes de la asignatura Microbiología Industrial del programa académico Ingeniería Química UIS del semestre II – 2012

**MUESTRA:** 110 estudiantes

**Tabla D.2.** Resultados de la encuesta de análisis de necesidad

PREGUNTA	VALORACIÓN					
	0	1	2	3	4	5
Califique su interés en la asignatura microbiología, siendo "5" el máximo interés y "0" ningún interés.	0%	0%	1%	25%	54%	21%
¿Está satisfecho con su desempeño actual en la asignatura?	SI		NO		POCO	
	20%		36%		44%	
¿Usa artículos científicos como herramienta en el proceso de aprendizaje de la asignatura?	SI		NO		A VECES	
	15%		29%		56%	
¿Usa páginas web como herramienta en el proceso de aprendizaje de la asignatura?	SI		NO		A VECES	
	75%		3%		22%	
¿Usa recursos multimedia (videos, fotos animaciones, etc.) como herramienta en el aprendizaje de la asignatura?	SI		NO		A VECES	
	64%		3%		34%	
¿Considera necesario el uso de ayudas computarizadas para el aprendizaje de la asignatura? "5" es la máxima necesidad y "0" no es necesario.	0	1	2	3	4	5
	0%	0%	0%	11%	42%	47%

## ANEXO E. ENCUESTA DE EVALUACIÓN DEL MicroMEC

A continuación se indican los componentes e indicadores evaluados por los estudiantes respecto al MicroMEC y los resultados obtenidos.

**FECHA DE REALIZACIÓN:** 11 de diciembre de 2013

**POBLACIÓN:** Estudiantes de la asignatura Microbiología Industrial del programa académico Ingeniería Química UIS del semestre II – 2013

**MUESTRA:** 68 estudiantes

**Tabla E.1.** Formato y resultados de la encuesta de evaluación del MicroMEC

**N1:** Totalmente de acuerdo; **N2:** De acuerdo; **N3:** En desacuerdo; **N4:** Totalmente en desacuerdo.

COMPONENTE	INDICADOR	VALORACIÓN			
		N1	N2	N3	N4
IDENTIFICACIÓN	Se muestra claramente el nombre del material computarizado.	79%	21%	0%	0%
	Se identifica claramente el logo de la herramienta.	65%	29%	6%	0%
	El sitio proporciona el nombre del autor del proyecto.	41%	50%	6%	3%
	En la página figuran datos de contacto.	59%	32%	6%	3%
	Se muestra el nombre de la organización o entidad de la cual hace parte el autor y el proyecto.	65%	35%	0%	0%
CONTENIDO	La página web transmite la idea del proyecto.	74%	26%	0%	0%
	Las distintas secciones y títulos son claras y facilitan el acceso a los contenidos.	65%	32%	3%	0%
	El contenido disponible es adecuado a la necesidad de los estudiantes.	68%	29%	3%	0%
	El lenguaje usado para los contenidos es adecuado para el grupo objetivo y los intereses del proyecto.	62%	38%	0%	0%
	Los textos usados son claros y concisos.	79%	21%	0%	0%
	La ortografía es correcta en las páginas.	59%	41%	0%	0%
	El contenido multimedia es adecuado para los propósitos del material y contribuye a reforzar el resto de contenidos del proyecto.	65%	29%	6%	0%
	Hay vínculos a recursos adicionales.	76%	24%	0%	0%
	Los recursos adicionales de cada capítulo contribuyen satisfactoriamente al objetivo del material.	76%	21%	3%	0%

	En el contenido hay referencias y citas a otras fuentes cuando es necesario.	71%	29%	0%	0%
	El contenido es relevante y de buena calidad.	71%	26%	3%	0%
	Es posible observar de forma global lo que abarca el contenido del material.	68%	32%	0%	0%
	Se evita la utilización de abreviaturas y se usa siglas, símbolos técnicos, unidades de medida de forma estandarizada y correcta.	68%	32%	0%	0%
	Las informaciones siguen el correcto uso de los tiempos verbales y de la gramática del idioma.	62%	38%	0%	0%
NAVEGACIÓN	La página se carga de forma rápida.	88%	12%	0%	0%
	Las páginas tienen títulos de identificación, tanto en las barras de ventana como en el área de contenido.	71%	29%	0%	0%
	La estructura de organización jerárquica del contenido es fácil de entender.	71%	29%	0%	0%
	Los distintos elementos de las páginas se muestran bien.	68%	32%	0%	0%
	Los vínculos que hay en las páginas funcionan bien.	68%	24%	9%	0%
	Es fácil encontrar los contenidos.	74%	26%	0%	0%
	Es fácil volver a la página de inicio cuando se navega.	76%	24%	0%	0%
	El material permite acceder a contenido de interés con un mínimo de clics.	74%	24%	3%	0%
	El usuario puede controlar el proceso de navegación de forma conveniente y de acuerdo con su necesidad o interés.	71%	29%	0%	0%
	Las utilidades o recursos adicionales son ejecutados siempre a partir de la iniciativa o con el consentimiento del usuario.	74%	26%	0%	0%
	DISEÑO	El tamaño de las fuentes usadas en los diferentes casos es adecuado.	71%	29%	0%
Los colores son adecuados.		59%	38%	3%	0%
El esquema de organización de las barras, botones y contenido es adecuado.		59%	38%	3%	0%
Las imágenes mostradas son de buena resolución y tamaño.		85%	15%	0%	0%
Las barras de navegación y los botones de las páginas son adecuados para su propósito.		68%	32%	0%	0%
Los iconos del material tienen diseño atractivo y adecuado.		79%	21%	0%	0%
La visualización de las páginas es buena.		82%	18%	0%	0%
El diseño gráfico general del material es atractivo y actual.		76%	21%	0%	3%

## ANEXO F. ENCUESTA DE EVALUACIÓN DE MicroAPP

A continuación se indican los componentes e indicadores evaluados por los estudiantes respecto a MicroAPP y los resultados obtenidos.

**FECHA DE REALIZACIÓN:** periodo entre 20 de diciembre de 2013 y 10 de enero de 2014.

**POBLACIÓN:** Estudiantes de la asignatura Microbiología Industrial del programa académico Ingeniería Química UIS del semestre II – 2013

**MUESTRA:** 46 estudiantes

**Tabla F.1.** Formato y resultados de la encuesta de evaluación de MicroAPP


**N1:** Totalmente de acuerdo; **N2:** De acuerdo; **N3:** En desacuerdo; **N4:** Totalmente en desacuerdo.

COMPONENTE	INDICADOR	VALORACIÓN			
		N1	N2	N3	N4
IDENTIFICACIÓN	Se muestra claramente el nombre de la aplicación	87%	13%	0%	0%
	Se identifica claramente el logo de la aplicación.	78%	17%	4%	0%
	La aplicación proporciona el nombre del autor del proyecto.	83%	9%	9%	0%
	En la aplicación figuran datos de contacto.	83%	9%	9%	0%
	Se muestra el nombre de la organización o entidad de la cual hace parte el autor y el proyecto.	91%	9%	0%	0%
CONTENIDO	La aplicación transmite la idea del proyecto.	87%	13%	0%	0%
	Las distintas secciones y títulos son claras y facilitan el acceso a los contenidos.	78%	17%	4%	0%
	El contenido disponible es adecuado a la necesidad de los estudiantes.	74%	26%	0%	0%
	El lenguaje usado para los contenidos es adecuado para el grupo objetivo y los intereses del proyecto.	74%	22%	4%	0%
	Los textos usados son claros y concisos.	83%	9%	9%	0%
	La ortografía es correcta en las páginas.	96%	4%	0%	0%
	El contenido multimedia es adecuado para los propósitos de la aplicación y contribuye a reforzar el resto de contenidos del proyecto.	65%	35%	0%	0%
	Hay vínculos a recursos adicionales.	70%	30%	0%	0%
	Los recursos adicionales de cada capítulo contribuyen satisfactoriamente al objetivo de la	83%	17%	0%	0%

	aplicación.				
	En el contenido hay referencias y citas a otras fuentes cuando es necesario.	74%	22%	4%	0%
	El contenido es relevante y de buena calidad.	74%	26%	0%	0%
	Se evita la utilización de abreviaturas y se usa siglas, símbolos técnicos, unidades de medida de forma estandarizada y correcta.	61%	39%	0%	0%
	Las informaciones siguen el correcto uso de los tiempos verbales y de la gramática del idioma.	87%	13%	0%	0%
NAVEGACIÓN	La aplicación se carga de forma rápida.	78%	17%	4%	0%
	Las páginas tienen títulos de identificación, tanto en las barras de ventana como en el área de contenido.	70%	30%	0%	0%
	La estructura de organización jerárquica del contenido es fácil de entender.	78%	22%	0%	0%
	Los distintos elementos de las páginas se muestran bien.	78%	17%	4%	0%
	Los vínculos que hay en las páginas funcionan bien.	70%	26%	0%	4%
	Es fácil encontrar los contenidos.	74%	26%	0%	0%
	Es fácil volver a la página de inicio cuando se navega.	83%	13%	0%	4%
	La aplicación permite acceder a contenido de interés con un mínimo de clics.	78%	22%	0%	0%
	El usuario puede controlar el proceso de navegación de forma conveniente y de acuerdo con su necesidad o interés.	74%	26%	0%	0%
	Las utilidades o recursos adicionales son ejecutados siempre a partir de la iniciativa o con el consentimiento del usuario.	87%	13%	0%	0%
	DISEÑO	El tamaño de las fuentes usadas en los diferentes casos es adecuado.	15%	40%	45%
Los colores son adecuados.		70%	22%	9%	0%
El esquema de organización de las barras, botones y contenido es adecuado.		70%	30%	0%	0%
Las imágenes mostradas son de buena resolución y tamaño.		61%	35%	4%	0%
Las barras de navegación y los botones de las páginas son adecuados para su propósito.		87%	13%	0%	0%
Los iconos de la aplicación tienen diseño atractivo y adecuado.		65%	30%	0%	4%
La visualización de las páginas es buena.		65%	35%	0%	0%
El diseño gráfico general de la aplicación es atractivo y actual.		52%	39%	9%	0%

## ANEXO G. EVALUACIÓN EXPERTA DEL MicroMEC Y MicroAPP DEL COMPONENTE CONTENIDO TEÓRICO

Figura G.1. Evaluación experta del componente contenido teórico



**EVALUACIÓN EXPERTA DEL MATERIAL EDUCATIVO  
COMPUTARIZADO PARA EL APRENDIZAJE DE MICROBIOLOGÍA  
INDUSTRIAL (MicroMEC) Y SU APLICACIÓN MÓVIL (MicroAPP)**

**FECHA DE EVALUACIÓN:** 20 de enero de 2014

**INFORMACIÓN DEL EVALUADOR**

<i>Nombre completo</i>	Adriana Lucia Manosalva Cortés
<i>Profesión</i>	Bacterióloga M.Sc. (c)
<i>Entidad donde labora</i>	Universidad Industrial de Santander
<i>Cargo que desempeña</i>	Docente cátedra
<i>Teléfono celular</i>	317 813 0005
<i>Correo electrónico</i>	<a href="mailto:adrianamanosalva@hotmail.com">adrianamanosalva@hotmail.com</a>


**COMPONENTE A EVALUAR:** Contenido teórico

**VALORACIÓN**

El contenido teórico es suficiente y está organizado coherentemente considerando que el programa de la asignatura de Microbiología Industrial está dirigido a estudiantes de ingeniería química. Cabe resaltar que la información ofrecida por MicroMEC y MicroAPP es bastante clara, verdadera y delimitada en orden lógico, lo cual permite al estudiante la comprensión de los contenidos teóricos básicos impartidos en los primeros capítulos y su posterior aplicación en algunos procesos bioquímicos, logrando una interesante articulación entre algunos procesos microbianos y ciertas aplicaciones de índole biotecnológico. MicroMEC y MicroAPP permiten al estudiante tener una interacción más vivencial con el proceso de aprendizaje generando la adquisición de competencias cognitivas, actitudinales y axiológicas.

## ANEXO H. EVALUACIÓN EXPERTA DEL MicroMEC Y MicroAPP DEL COMPONENTE DISEÑO GRÁFICO

Figura H.1. Evaluación experta del componente diseño gráfico



**EVALUACIÓN EXPERTA DEL MATERIAL EDUCATIVO  
COMPUTARIZADO PARA EL APRENDIZAJE DE MICROBIOLOGÍA  
INDUSTRIAL (MicroMEC) Y SU APLICACIÓN MÓVIL (MicroAPP)**

**FECHA DE EVALUACIÓN:** 10 de enero de 2014

**INFORMACIÓN DEL EVALUADOR**

<i>Nombre completo</i>	Oscar Olaya Velandia
<i>Profesión</i>	Diseñador gráfico especialista en marketing interactivo
<i>Entidad donde labora</i>	Independiente
<i>Cargo que desempeña</i>	N.A.
<i>Teléfono celular</i>	300 725 2400
<i>Correo electrónico</i>	<a href="mailto:olayavelandia@hotmail.com">olayavelandia@hotmail.com</a>


**COMPONENTE A EVALUAR:** Diseño gráfico

**VALORACIÓN**

MicroMEC y MicroAPP, son unas aplicaciones con estructura de diagramación práctica, ágil y fluida; su composición gráfica es agradable en el manejo tipográfico y base visual de fotografías; las cajas tipográficas son las adecuadas ya que son de fácil lectura, el manejo cromático es sólido, elegante y sobrio. Intro dinámico y preciso, link de informativos perfecto para este tipos de herramientas educativas, su esencia gráfica es adecuada, armónica y minimalista, ayuda al enfoque directo de su aplicación. Los textos informativos acompañados de imágenes y fichas de apoyo, están bien diagramados a su eje estructural.

## ANEXO I. EVALUACIÓN EXPERTA DEL MicroMEC Y MicroAPP DEL COMPONENTE FUNCIONALIDAD PEDAGÓGICA Y DIDÁCTICA

**Figura I.1.** Evaluación experta del componente funcionalidad pedagógica y didáctica



**EVALUACIÓN EXPERTA DEL MATERIAL EDUCATIVO  
COMPUTARIZADO PARA EL APRENDIZAJE DE MICROBIOLOGÍA  
INDUSTRIAL (MicroMEC) Y SU APLICACIÓN MÓVIL (MicroAPP)**

**FECHA DE EVALUACIÓN:** 8 de enero de 2014

**INFORMACIÓN DEL EVALUADOR**

<i>Nombre completo</i>	Divina Torres Sierra
<i>Profesión</i>	Licenciada en español y literatura especialista en gerencia educativa
<i>Entidad donde labora</i>	FED Magdalena
<i>Cargo que desempeña</i>	Docente
<i>Teléfono celular</i>	301 408 3553
<i>Correo electrónico</i>	<a href="mailto:divinaesther09@gmail.com">divinaesther09@gmail.com</a>

**COMPONENTE A EVALUAR:** Funcionalidad pedagógica y didáctica

**VALORACIÓN**

MicroMEC y MicroAPP proporcionan un ambiente informático educativo adecuado para el tipo de proceso de aprendizaje al cual están dirigidos; vinculan activamente al aprendiz a ser parte, casi protagonista, de la construcción del conocimiento. Usan métodos apropiados de evaluación, facilitan al estudiante elementos didácticos que optimizan la consecución de los objetivos de aprendizaje de los diferentes tópicos que se trabajan a lo largo del contenido. Estos instrumentos están al nivel de los requerimientos de los programas de estudio vigentes; brindan a los alumnos actualización en el uso de herramientas virtuales.

## ANEXO J. DESCARGA, ELEMENTOS PRINCIPALES Y VISTAS DE LA INTERFAZ DEL MicroMEC

MicroMEC se puede descargar y explorar en un computador portátil o de escritorio desde el siguiente enlace < <http://sdrv.ms/19So5RR>>.

**Figura J.1.** Banner de identificación el cual incluye el logo de la Universidad Industrial de Santander y el logo del MicroMEC



**Figura J.2.** Barra de navegación principal del MicroMEC



**Figura J.3.** Barra de navegación secundaria del MicroMEC



**Figura J.4.** Vista de la página principal del MicroMEC



**Figura J.5.** Vista de la página capítulos del MicroMEC



Figura J.6. Vista de sección de la página información del MicroMEC



Figura J.7. Vista de sección de una página del contenido del MicroMEC

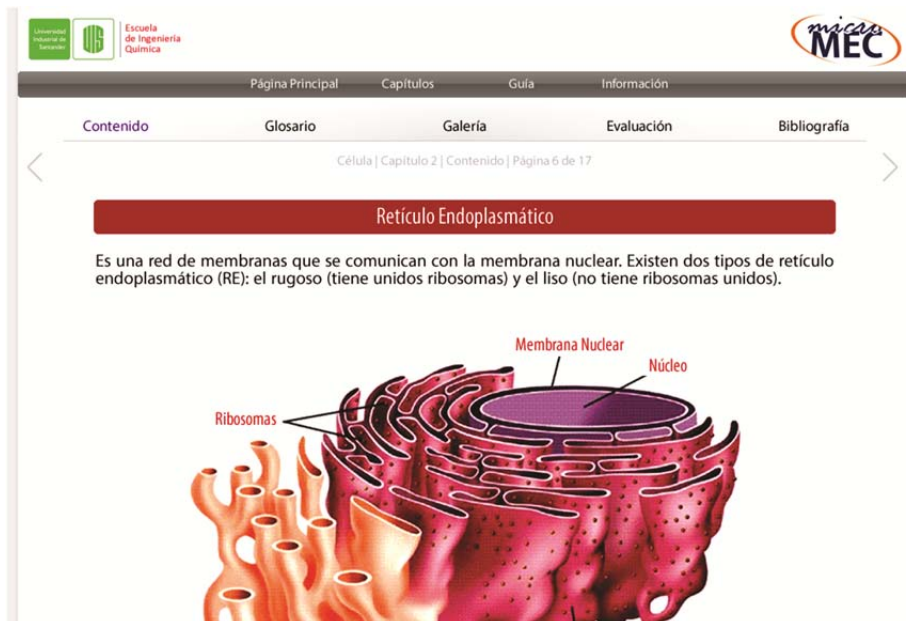


Figura J.8. Vista de sección de una página glosario del MicroMEC

Universidad Nacional de Tucumán

Escuela de Ingeniería Química

MicroMEC

Página Principal Capítulos Guía Información

Contenido **Glosario** Galería Evaluación Bibliografía

Bioquímica | Capítulo 3 | Glosario

# glosario

## Apolar

Que posee características hidrofóbicas (repulsión al agua) y se disuelve difícilmente en agua.

## Desnaturalización

Eliminación del plegamiento correcto de una proteína que conduce (generalmente) a la pérdida de la actividad biológica.

## Enlace covalente

Figura J.9. Vista de sección de una página bibliografía del MicroMEC

Universidad Nacional de Tucumán

Escuela de Ingeniería Química

MicroMEC

Página Principal Capítulos Guía Información

Contenido Glosario Galería Evaluación **Bibliografía**

Metabolismo | Capítulo 4 | Bibliografía

# bibliografía

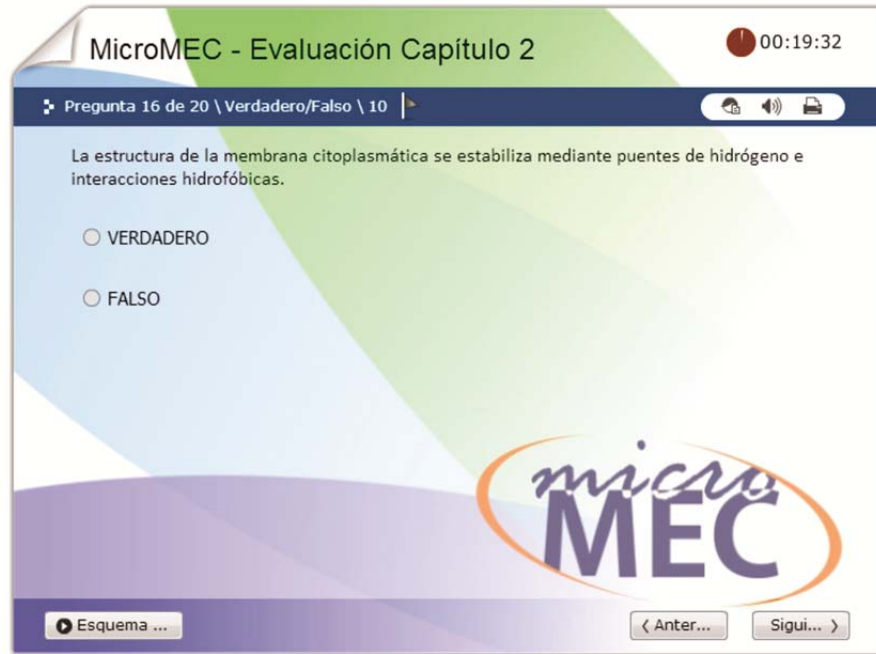
BECKER, W., KLEINSMITH, L., HARDIN, J., El Mundo de la Célula, sexta edición, Pearson Educación, S.A., 2007

BROCK, T., MADIGAN, M., MARTINKO, J., PARKER, J., Brock - Biología de los Microorganismos, 10ª edición, Pearson Prentice Hall, 2003.

CONN, E., STUMPF, P., BRUENING, G., DOI, R., Bioquímica Fundamental, 4ª edición, Editorial Limusa, S.A. de C.V., 2001.

NELSON, D., COX, M., Lehninger: Principles Of Biochemistry, fifth edition, Omega Editorial, 2009.

**Figura J.10.** Vista de sección de una evaluación del MicroMEC



Created by Wondershare QuizCreator

## ANEXO K. DESCARGA, ELEMENTOS PRINCIPALES Y VISTAS DE LA INTERFAZ DE MicroAPP

Para descargar y explorar MicroAPP, se debe ingresar al siguiente enlace desde un dispositivo móvil < <http://mobincube.mobi/7QH15>>.

**Figura K.1.** Barra de navegación principal de MicroAPP



**Figura K.2.** Barra de navegación secundaria de MicroAPP



**Figura K.3.** Vista de sección de la página principal de MicroAPP



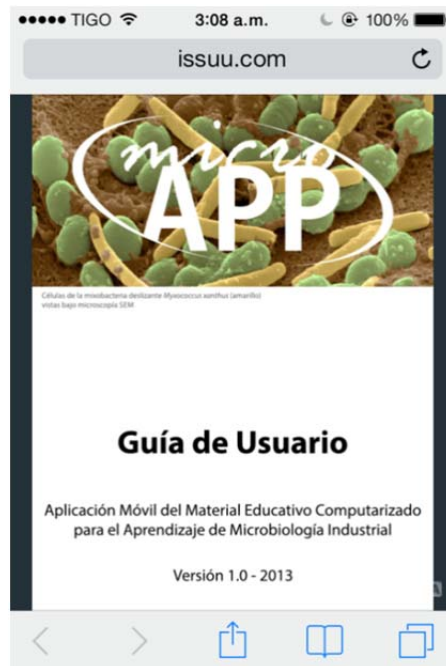
**Figura K.4.** Vista de sección de la página capítulos de MicroAPP



**Figura K.5.** Vista de sección de la página información de MicroAPP



**Figura K.6.** Vista de una sección de la guía de usuario de MicroAPP



**Figura K.7.** Vista de sección de una página del contenido de MicroAPP

