



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**“Elaboración y Diseño de un Software para  
la enseñanza del tema: Respiración Celular.”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

PRESENTA:

**CARLOS ANDRES GALLARDO LEYVA**

**TUTOR: DR. SERGIO CHAZARO OLVERA**

**COMITÉ TUTORIAL:**

DRA. OFELIA CONTRERAS GUTIERREZ

DR. HECTOR HUGO FIGUEROA TAPIA

MTRA. MARCELA GONZALEZ FUENTES

DR. IGNACIO PEÑALOZA CASTRO



10 de Agosto de 2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios llenar mi vida de dicha y bendiciones.

A mi amada Esposa por su amor, cariño, comprensión, constante estímulo y sabios consejos que hoy dan sus frutos en la culminación de una etapa más dentro de mí Formación personal y profesional. Una vez más, gracias.

A mi querido Hijo por su paciencia y por enseñarme a enfrentar los obstáculos con alegría.

A mis Padres y Hermanos por brindarme su amor, un hogar cálido y enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr objetivos, les agradezco de todo corazón su cariño y comprensión.

A mis suegros: Martín Ascanio Balderas y Yolanda Campillo Uribe, por su apoyo constante y por su cariño sin igual; a ellos mis respetos y agradecimiento eterno.

Al Dr. Sergio Cházaro Olvera toda mi gratitud por ayudarme a seguir adelante y culminar una etapa más de mi vida.

A todos mis Profesores por su disposición y ayuda brindadas, gracias por sus enseñanzas.

## **Resumen:**

La respiración celular representa un tópico muy complejo, puesto que requiere para su comprensión el conocimiento detallado de un número importante de conceptos químicos, físicos y biológicos, lo que hace indudablemente difícil su enseñanza y aprendizaje.

Con la utilización del Software Educativo se presentó un conjunto de recursos informáticos diseñados para facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje del tema. El presente trabajo trató de amalgamar, la pedagogía, la informática y la enseñanza en el desarrollo de un software en el tema de Respiración Celular.

El objetivo de este trabajo fue producir un software educativo para la enseñanza del tema de Respiración Celular correspondiente a la asignatura de Biología III, basado en un ambiente interactivo y amigable con la incorporación de herramientas multimedia. Se fundamentó en las teorías conductista, cognitivista y constructivista del aprendizaje, así como también en los aspectos relativos a la producción de software educativo referidos por Gros. Se realizó una investigación para demostrar su utilidad en el proceso de aprendizaje del tema, la investigación fue de tipo experimental y los resultados demuestran que se incrementó el nivel de aprendizaje.

Los promedios obtenidos en el grupo sensibilizado con el uso del software de Respiración Celular son diferentes estadísticamente a los promedios del grupo de control después del tratamiento, y al analizar el rendimiento escolar a partir del producto final, se pudo detectar que la capacidad, interés, entusiasmo y calidad de los estudiantes, sensibilizados con el software con respecto a los alumnos del grupo control fue más satisfactorio en el proceso de enseñanza aprendizaje.

El software es un recurso que puede ser utilizado por alumnos y profesores, debido a que promueve la flexibilidad cognitiva.

**Palabras claves:** Software educativo, Estrategias Didácticas, Enseñanza, Célula, Metabolismo, Funciones Celulares, Respiración Celular, Energía, Glucólisis, Cadena Respiratoria, ATP.

**Abstract:**

Cellular respiration is a very complex topic, since it requires for its understanding the detailed knowledge of a large number of chemical concepts, physical and biological, which undoubtedly makes teaching and learning difficult.

With the use of educational software was presented a set of computing resources designed to facilitate the teaching-learning process of the item. This study sought to amalgamate, pedagogy, information technology and education in developing software on the topic of cellular respiration.

The objective of this research was to produce educational software for teaching the topic of cellular respiration for the subject of Biology III, based on an interactive, friendly environment with the addition of multimedia tools. It was based on behavioral theories, cognitive and constructivist learning, as well as aspects relating to the production of educational software reported by Gros. An investigation was conducted to demonstrate its usefulness in the learning process of the subject, the research was experimental and the results show that increased the level of learning.

Data obtained in the sensitized group using the software of cellular respiration are statistically different than the averages of the control group after treatment, and analyzing school performance from the final product could be detected that the ability, interest, enthusiasm and quality of students, sensitive to the software with respect to students in the control group was more successful in teaching-learning process.

The software is a resource that can be used by students and teachers, because it promotes cognitive flexibility.

Keywords: Educational software, teaching strategies, Education, Cell, metabolism, cell function, cellular respiration, energy, glycolysis, respiratory chain, ATP-.

# INDICE

<b>INTRODUCCION</b>	5
<b>OBJETIVOS</b>	8
<b>JUSTIFICACION</b>	9
<b>CAPITULO I</b>	
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ENSEÑANZA DEL TEMA	13
1.2 ANALISIS DEL PROGRAMA DE ESTUDIO	20
1.3 DISCUSION GENERAL SOBRE LA ENSEÑANZA	21
1.4 DELIMITACION DEL PROBLEMA	23
1.5 VINCULACION CON LAS TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION	25
1.6 PLANTEAMIENTO DE LA TESIS	27
<b>CAPITULO II</b>	
2.1 ANALISIS DE LAS TEORIAS QUE SUSTENTAN LA TESIS	31
2.2 ARGUMENTOS TEORICOS	37
2.3 DEFINICION DE LOS RASGOS QUE CUBRE LA ESTRATEGIA	39
2.4 COHERENCIA DE LA ESTRATEGIA DIDACTICA	43
<b>CAPITULO III</b>	
3.1 DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DIDACTICA	46
3.2 DESCRIPCION DEL SOFTWARE EDUCATIVO	51
3.3 DESARROLLO TEMATICO DEL SOFTWARE	56
<b>CAPITULO IV</b>	
4.1 METODO	78
4.2 METODOLOGIA	78
4.3 ORGANIZACIÓN DE ACTIVIDADES	78
4.4 HIPOTESIS DE TRABAJO	82
4.5 HIPOTESIS ALTERNA	82
4.6 HIPOTESIS NULA	82
4.7 DISEÑO Y MUESTREO	83
4.8 TIPO DE ESTUDIO	83
4.9 POBLACION	83
4.10 MUESTREO	83
<b>CAPITULO V</b>	
5. RESULTADOS	85
5.1 RESULTADOS DEL GRUPO CONTROL – GRUPO EXPERIMENTAL	85
5.2 PROMEDIOS DEL GRUPO EXPERIMENTAL	87
5.3 PROMEDIOS DEL GRUPO CONTROL	88
5.4 ANALISIS ESTADISTICO	89
5.5 OPINION SOBRE EL USO DEL SOFTWARE	92
5.6 DISCUSION	95
<b>CONCLUSIONES</b>	97
<b>SUGERENCIAS</b>	99
<b>LIMITACIONES</b>	101
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	103
<b>ANEXOS</b>	111

## **INTRODUCCIÓN:**

El diseño, elaboración y producción de software educativo involucra el entendimiento de muchos aspectos con el fin de poder desarrollar una herramienta que facilite el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro de un salón de clases. El presente trabajo trata de amalgamar, la pedagogía, la informática y la enseñanza en el desarrollo de un software en el tema de Respiración Celular. Partiendo de la concepción del trabajo en ciencias biológicas es la generación, transmisión, uso, aplicación y trascendencia del conocimiento, con una actitud de respeto y compromiso por el mejoramiento continuo de la vida.

Por lo tanto considero que en la educación se han venido implementando nuevas alternativas de enseñanza-aprendizaje, las cuales facilitan la utilización de estas herramientas en dichos procesos; una de éstas es la implementación de las tecnologías de información y comunicación, logrando de esta manera desarrollar medios didácticos y pedagógicos que afectan el proceso de enseñanza aprendizaje de las diferentes temáticas que se manejan en el ámbito educativo.

A tal punto de convertir las aulas en espacios virtuales donde el computador es el medio por el cual se expone la información, aumentando así los niveles de percepción, atención y memoria en el procesamiento de los contenidos. (Porto 1993)

De esta manera se plantea el aprendizaje a través de la computadora como una estrategia para contribuir a elevar la calidad de la educación, ya que el computador podría constituirse en “una de las herramientas más poderosas con las que contaría tanto el docente como el alumno, debido a que facilita el proceso de aprendizaje, ya que integra elementos auditivos y visuales” (Navas, 2002).

El desarrollo y elaboración de software educativo es una de las herramientas más implementada últimamente. Debido a su utilidad como medio de la comunicación de información, en la enseñanza, aprendizaje individual y grupal, al igual que permite cambiar el rol del docente al de un asesor, orientador y facilitador, e igualmente el rol del alumno reflejado en la autosuficiencia, responsabilidad, retroalimentación y aprendizaje individual.

El software es una herramienta educativa, y cumple un papel muy importante como medio de la comunicación de información en la enseñanza y aprendizaje tanto individual como grupal, facilita el rol del docente y lo convierte en un asesor, orientador y facilitador, el rol del alumno se refleja en la autosuficiencia, responsabilidad, retroalimentación y aprendizaje individual (Marqués 1999).

Por ello, al diseñar y elaborar el software educativo se busca desarrollar los parámetros anteriormente mencionados en el alumno, y otros como: la memoria, el pensamiento crítico para su auto-evaluación, cambiar la forma de entendimiento, la perspectiva y estructura de comprensión.

Una de las ramas de las ciencias naturales, en la cual se puede aplicar las características anteriormente mencionadas es la biología, ya que esta es una de las ciencias claves para el desarrollo de la educación básica secundaria, media, y superior.

El tema de la respiración celular abarca la explicación de cómo las células obtienen energía a partir de la degradación de moléculas orgánicas. Estas funciones constituyen parte del metabolismo de los seres vivos, ya que proveen a éste de energía suficiente para que desarrolle sus procesos metabólicos (Curtis 2009).

Dada la importancia de este proceso, es indispensable que los estudiantes conozcan las fases de la respiración celular; debido a la complejidad de estas temáticas y a la falta de material didáctico de tipo multimedia, que permita mostrar el proceso y donde se simulen los procesos químicos que estas sufren, así mismo es importante la creación de una herramienta didáctica que posibilite la comprensión y facilite su enseñanza.

Es por ello y por todo lo anterior que el propósito de este trabajo fue el diseño, elaboración y producción de un software educativo en el tema de Respiración Celular.

Considerando que a través del software educativo, el aprendizaje es un proceso activo en el que el sujeto tiene que realizar una serie de actividades para asimilar los contenidos informativos que recibe. Por lo tanto las actividades del software son afines con los objetivos de la asignatura de Biología III del plan de estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades.

Para validar su efectividad en el proceso de enseñanza-aprendizaje se elaboró un instrumento de evaluación. Los resultados fueron analizados mediante pruebas estadísticas, y el análisis demostró que los promedios obtenidos en el grupo sensibilizado con el uso del software de Respiración Celular son diferentes estadísticamente a los promedios del grupo de control después del tratamiento.

Al analizar el rendimiento escolar a partir del producto final, se pudo detectar que la capacidad, interés, entusiasmo y calidad de los estudiantes, sensibilizados con el software fue mayor con respecto a los alumnos del grupo control.

Con respecto a la evaluación cualitativa por parte de Alumnos y Profesores, el software educativo obtuvo reconocimiento pleno y la recomendación para su aplicación en clase, como parte de las estrategias de enseñanza.

La tesis se encuentra organizada en cinco capítulos, cuyo contenido se describe a continuación:

El capítulo 1 presenta el planteamiento del problema en la enseñanza y aprendizaje de los tópicos correspondientes a la respiración celular, se plantea el uso del software en la enseñanza, así como el vínculo entre el aprendizaje del tema y la tecnología, y se presentan las premisas rectoras del estudio.

El capítulo 2 presenta una revisión bibliográfica sobre las teorías de aprendizaje en las cuales se fundamenta la parte pedagógica del software, se analiza la metodología de Blum y Gros acerca de los procesos de producción y elaboración de software, también se desarrollan los temas principales sobre los que se fundamenta la propuesta del software educativo “Respiración Celular”

El capítulo 3 describe el diseño de la estrategia didáctica, la descripción del software y el desarrollo temático. El capítulo 4 presenta la metodología, el tipo de estudio, el universo de estudio, la muestra, y las hipótesis de trabajo.

En el capítulo 5 se detallan los resultados obtenidos, el análisis estadístico de los promedios obtenidos y la discusión de los datos.

El software educativo es una herramienta educativa, que cumple un papel muy importante como medio de la comunicación de información en la enseñanza y aprendizaje individual y grupal así lo demuestran los resultados obtenidos en esta investigación.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General:**

- Elaborar un software educativo que facilite el aprendizaje del tema de Respiración Celular.

### **Objetivos Particulares:**

- Reforzar el aprendizaje del tema respiración celular mediante la utilización del software educativo.
- Aplicar el Software educativo en el tema de Respiración Celular en un grupo de Biología.
- Evaluar la utilidad del Software educativo del tema, en un grupo de Biología.

## **JUSTIFICACION:**

Este apartado está organizado en tres secciones: uno la enseñanza del tema de respiración celular, dos el empleo del software educativo y tres las teorías de aprendizaje.

Los estudios sobre la enseñanza de la respiración celular han puesto en evidencia que existen serias dificultades para su aprendizaje, y han venido a corroborar lo que los maestros han manifestado por años como fruto de sus observaciones empíricas: que tanto la fotosíntesis como la respiración son dos conceptos que por su complejidad resultan muy difíciles de ser enseñados y aprendidos.

Las definiciones brindadas por los estudiantes en torno a la respiración celular coinciden con las brindadas para la fotosíntesis y guardan escasa relación con el concepto escolar (Anderson, Sheldon y Dubay, 1990). Muchos estudiantes consideran que las plantas no respiran (Arnold y Simpson, 1980; Stavy, Eisen y Yaakobi, 1987), los alumnos consideran a la respiración celular como sinónimo de intercambio gaseoso (Haslam y Treagust, 1987), presentan una escasa comprensión del lugar donde se realiza este proceso, y por lo general identifican al pulmón, bronquios, tráquea, hojas, raíces como sitios donde se realiza (Cañal, 1990; 2003).

Esto evidencia la imposibilidad que presentan los estudiantes de pensar en términos microscópicos, por otro lado consideran que este proceso ocurre sólo en las células del sistema respiratorio (Alparsian, 2003), y por lo tanto la respiración de los animales es distinta a la de los vegetales (Cañal, 1990; García Zaforas, 1991; Charrier y Obenat, 2001).

Debido a estas concepciones se puede apreciar que los aprendizajes no son los esperados y ocurre un desconocimiento en los estudiantes de los conceptos básicos, y persisten en los estudiantes los conceptos alternativos que formaron a lo largo de su vida académica, y puede tener su origen en factores internos y externos.

Un gran número de las concepciones alternativas en biología puede tener su origen en la enseñanza, una en las formas de explicación de los profesores que enseñan esta disciplina (Jungwirth, 1975; Bartov, 1978; Tamir y Zohar, 1991).

De alguna manera la forma de impartir la clase se ha enfocado por inercia a los modelos educativos tradicionales, basados en el paradigma de la transmisión de información; que pocas veces conceptualiza al estudiante como alguien activo, responsable de su propio conocimiento. Este modelo, por lo general se basa en la metodología didáctica que imponen los libros de texto (Jiménez y Perales, 2002).

Al mismo tiempo el uso de lenguaje cotidiano, con la intención de hacer comprensibles los contenidos científicos, conlleva, a la deformación de conceptos en el entendimiento de los estudiantes, sobre los procedimientos que se pretenden que aprendan. Por ejemplo, hay un grave problema en la comprensión del proceso de lipólisis, ya que con gran frecuencia los profesores emplean el término, “quemar grasa” o “combustión de grasas”, lo que induce a los estudiantes a representar este proceso como un fenómeno de combustión. Lo que en realidad se contrapone con el verdadero sentido de este proceso.

El problema de la explicación en biología radica en el afán por entender esta ciencia sólo desde un punto de vista físico, lo que plantea para la biología el reto de encontrar un lenguaje propio que le permita explicar su objeto de estudio de una forma diferente (Tamir 1991).

Resultan evidentes las diferencias entre los fenómenos biológicos y físicos. En efecto, los primeros son mucho menos predecibles que los segundos; existe gran variación de fuerzas biológicas, a diferencia de las fuerzas físicas cuyo ámbito es mucho más específico; los modelos biológicos incorporan variedad y cantidad de parámetros y los físicos son más sintéticos y precisos, los organismos presentan características propias y diferentes de los inertes.

El conocimiento biológico no puede enseñarse sólo en términos físicos, ya que los organismos poseen propiedades emergentes que rebasan ampliamente la suma de las partes que los componen.

En la enseñanza de los fenómenos biológicos, se hace necesario pasar constantemente de la explicación causal a la explicación funcional y recíprocamente (Osborne, 1980). La primera da cuenta de las propiedades físicas y químicas de los organismos, mientras que la segunda, muestra las propiedades que corresponden propiamente a los organismos.

En biología, la impartición de conocimientos indica las acciones que ejerce una parte de un todo para mantener el funcionamiento de ese todo o hace hincapié en el papel de ciertos dinamismos para la consecución de una finalidad (Hegenber, 1979).

La respiración celular puede estudiarse a diferentes niveles, sin embargo se registra una tendencia generalizada a considerar este tema como el simple intercambio gaseoso distanciado de los procesos de producción de energía por el organismo. En el caso particular del proceso de respiración en las plantas, existe generalmente una gran dificultad de los alumnos para relacionar adecuadamente los procesos de fotosíntesis y respiración.

Por otro lado los cambios en la metodología de la enseñanza debe de propiciar una serie de elementos que induzcan a los alumnos frecuentemente a ideas conceptuales alternativas, siendo la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías motor de desarrollo de nuevos aprendizajes.

La incorporación de las nuevas tecnologías de información y comunicación al contexto educativo ha sido vista como la posibilidad de ampliar la gama de recursos, estrategias didácticas y las modalidades de comunicación que se pueden ofrecer para el mejoramiento, optimización y alcance del quehacer educativo. Y es donde los campos disciplinarios se entrecruzan cada vez con más frecuencia generando la aparición de áreas de conocimiento que avanzan y se desarrollan dialécticamente.

Tal es el caso de la Psicología Cognitiva, la Informática Educativa y la Pedagogía, que si bien se consideran dominios científicos independientes y autodeterminados pueden ser coordinados en función de lograr una comprensión más completa de la realidad del conocimiento. Desde esta opción metodológica surge el estudio analógico de temas como el diseño de software educativo orientado al usuario (Sosa, 2009).

En estudios realizados, “se ha descubierto que, como consecuencia de muchas actividades emprendidas cuando se utiliza un software educativo, los estudiantes pueden responsabilizarse más de su propio aprendizaje que en otros casos” (Squires y Mc Dougall, 1997). Asimismo, el empleo de estos recursos “ayuda a crear ambientes enriquecidos de aprendizaje y favorece el aprendizaje significativo” (Ruiz y Vallejo, 2004).

# *CAPITULO I*

## *PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA*

## **1.1. Planteamiento del Problema: La enseñanza del Tema Respiración Celular**

La enseñanza de la Biología siempre ha sido objeto de opiniones críticas respecto tanto de sus contenidos como de la metodología utilizada por los docentes para transmitir dichos contenidos.

Según Katz (1996) “entre los estudiantes los cursos de Ciencias Naturales tienen muy mala reputación, y, se trata de una materia engorrosa y aburrida”. Un estudio realizado por Johnson (1990), sobre el estado de la enseñanza de las Ciencias Naturales en distintas universidades y colegios de Estados Unidos refleja claramente como los docentes se encuentran preocupados por hacer más interesantes los cursos de éstas disciplinas.

Para contribuir a dicho objetivo proponen relacionar la materia con los distintos centros de interés de los alumnos, considero que el problema es más profundo, si bien es cierto que relacionar contenidos de la Biología con temas ambientales o biológicos puede motivar al alumno, por lo tanto es necesario discutir desde qué postura epistemológica y desde qué modelo didáctico se imparten dichos contenidos.

La enseñanza supone el establecimiento de un vínculo entre sujeto y conocimiento que posibiliten al primero la apropiación y reconstrucción del segundo, la enseñanza se sitúa como una práctica de mediación entre el conocimiento como producción objetiva y el conocimiento como problema de aprendizaje (Sacristán, 1992). Ello implica orientar la discusión en torno a la enseñanza en función del reconocimiento de las características diferenciales de los diversos campos de conocimiento y al mismo tiempo cuestionar la unicidad del binomio enseñanza-aprendizaje, en tanto procesos vinculados pero diferenciados.

La situación de la enseñanza de la Biología en los diferentes niveles del sistema educativo supone reconocer al campo disciplinario como un campo particular, con objetos de estudio propios, así como atender las peculiaridades de los procesos de aprendizaje de los sujetos en los diferentes niveles del sistema educativo (Tamir 1991).

La enseñanza de la ciencia en la actualidad debe reflejar de alguna manera la forma como se comprenden hoy en día los fenómenos naturales y basarse en el proceso de las competencias.

Dentro de la enseñanza de la biología, la respiración celular representa un tópico muy complejo, puesto que requiere para su comprensión el conocimiento detallado de un número importante de conceptos químicos, fisicoquímicos y bioquímicos y sus relaciones, lo que hace indudablemente comprometido su aprendizaje significativo (Tamayo, 2001).

Con frecuencia, resulta difícil la comprensión de los procesos que implican intercambio gaseoso y aún más de aquellos en los que intervienen transferencias energéticas, tales como las nociones del acoplamiento químico de las reacciones celulares. En general, cuando los alumnos estudian la combustión, experimentan grandes dificultades para distinguir "conceptos propios" del metabolismo celular (Reigosa, 2003).

La respiración celular puede estudiarse a diferentes niveles, sin embargo se registra una tendencia generalizada a considerar este tema como el simple intercambio gaseoso distanciado de los procesos de producción de energía por el organismo. En el caso particular del proceso de respiración en las plantas, existe generalmente una gran dificultad de los alumnos para relacionar adecuadamente los procesos de fotosíntesis y respiración.

Para realizar esta investigación se buscó contestar las siguientes preguntas:

- a) ¿Cómo se puede mejorar la enseñanza y aprendizaje del tema respiración celular con un software educativo?

El software educativo muestra los contenidos de aprendizaje y busca la transformación de las creencias y pensamientos del alumno cuando logre "movilizar los esquemas ya existentes de su pensamiento".

Al alumno se le debe enseñar de tal manera, que pueda continuar aprendiendo en el futuro por sí solo. Ausubel y sus colaboradores, según expresa Coll (1994), "concretan las intenciones educativas por la vía del acceso a los contenidos, lo cual exige tener un conocimiento profundo de los mismos para armar un esquema jerárquico y relacional". Según Novak y Ausubel, (1997) todos los alumnos pueden "aprender significativamente un contenido, con la condición de que dispongan en su estructura cognoscitiva o cognitiva, de conceptos relevantes e inclusores". Cabe recordar la frase: "El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe.

Averigüese esto y enséñese consecuentemente", (tal como Ausubel, Novak expresan en el prefacio de su libro "Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo"), esencial para construir herramientas o indicadores diagnósticos de la estructura cognitiva de los alumnos. El contenido del aprendizaje debe ordenarse de tal manera que los conceptos más generales e inclusivos se presenten al principio.

Esto favorece la formación de conceptos inclusores en la estructura cognoscitiva de los alumnos que facilitan, posteriormente, el aprendizaje significativo de los otros elementos del contenido.

Para lograr una diferenciación progresiva del conocimiento del alumno y una "reconciliación integradora" posterior, las secuencias de aprendizaje tienen que ordenarse partiendo de los conceptos más generales y avanzando de forma progresiva hacia los conceptos más específicos.

"El aprendizaje significativo, es un aprendizaje globalizado en la medida en que el nuevo material de aprendizaje pueda relacionar de forma sustantiva y no arbitraria con lo que el alumno ya sabe", (Coll, 1994), con calidad de lo aprendido y duración del almacenamiento.

Los mapas conceptuales, adaptados de Novak (1984), surgen como una herramienta base para representar las relaciones significativas entre conceptos. Actualmente son el fundamento para la red semántica base para el desarrollo del software educativo cognitivista. El mapa de base, es el punto de partida para el acuerdo entre los especialistas de las diferentes áreas que intervienen en dicho desarrollo. Esta base proveerá un camino de navegación libre de ambigüedades e incoherencias.

Usando recursos hipermediales, se pueden construir documentos interrelacionados siguiendo una estructura jerárquica de modo que el alumno navegue pasando desde las informaciones más inclusivas a las más específica

El software educativo se caracteriza por ser un medio que apoya el proceso enseñanza-aprendizaje, además de constituir un apoyo didáctico que eleve la calidad de dicho proceso; sirve como auxiliar didáctico adaptable a las características de los alumnos y las necesidades de los docentes, como guía para el desarrollo de los temas objeto de estudio; representa un eficaz recurso que motiva al alumno, despertando su interés ante nuevos conocimientos e imprime un mayor dinamismo a las clases, enriqueciéndolas y elevando así la calidad de la enseñanza del tema de respiración celular.

Las tecnologías de aprendizaje representan cualquier ambiente o conjunto definible de actividades que estimulan a los aprendices en la construcción del conocimiento y la toma de decisiones (Jonassen, 1997).

b) ¿Qué es un software educativo en el tema de Respiración Celular?

Se define como software educativo a "los programas de computación realizados con la finalidad de ser utilizados como facilitadores del proceso de enseñanza" y consecuentemente de aprendizaje, con algunas características particulares tales como: la facilidad de uso, la interactividad y la posibilidad de personalización de la velocidad de los aprendizajes.

El ambiente que genera el software es la herramienta para darle el poder de decisión a los estudiantes y que se comprometan en un marco cognitivo con nuevas situaciones de aprendizaje, permitiéndoles tomar el control de su propio aprendizaje, reflejándose en su pensamiento y en las consecuencias de las decisiones que ellos hagan (Sewell, 1990).

Marqués (1995) sostiene que se pueden usar como sinónimos de "software educativo" los términos "programas didácticos" y "programas educativos", centrando su definición en "aquellos programas que fueron creados con fines didácticos, en la cual excluye todo software del ámbito empresarial que se pueda aplicar a la educación aunque tengan una finalidad didáctica, pero que no fueron realizados específicamente para ello".

Las funciones del software educativo, están determinadas de acuerdo a la forma de uso de cada profesor. En la tabla 1, se describen en forma sintética algunas de las funciones que pueden realizar los programas.

<b>Función</b>	<b>Descripción</b>
<i>Informativa</i>	Presentan contenidos que proporcionan una información estructurada de la realidad. Representan la realidad y la ordenan. Son ejemplos, las bases de datos, los simuladores, los tutoriales.
<i>Instructiva</i>	Promueven actuaciones de lo estudiantes encaminadas a facilitar el logro de los objetivos educativos, el ejemplo son los programas tutoriales.
<i>Motivadora</i>	Suelen incluir elementos para captar en interés de los alumnos y enfiarlo hacia los aspectos más importantes de las actividades.
<i>Evaluadora</i>	Al evaluar implícita o explícitamente, el trabajo de los alumnos.
<i>Investigadora</i>	Los más comunes son: las bases de datos, los simuladores y los entornos de programación.
<i>Expresiva</i>	Por la precisión en los lenguajes de programación, ya que el entorno informático, no permite ambigüedad expresiva.
<i>Metalingüística</i>	Al aprender lenguajes propios de la informática.
<i>Lúdica</i>	A veces, algunos programas refuerzan su uso, mediante la inclusión de elementos lúdicos.
<i>Innovadora</i>	Cuando utilizan la tecnología más reciente.

Tabla 1. Funciones del software (Marqués, 1995)

Entre las actividades de comprensión o "procesos de pensamiento" que los alumnos pueden desarrollar al interactuar con los programas educativos, se pueden mencionar:

- Explicar relaciones causa efecto.
- Formular conclusiones válidas.
- Describir limitaciones de los datos.
- Confrontar conocimientos nuevos con previos.
- Clasificar y seleccionar información.
- Producir, organizar y expresar ideas.
- Elaborar mapas conceptuales
- Integrar el aprendizaje en diferentes áreas.
- Inferir correctamente.
- Evaluar el grado de adecuación de las ideas.
- Presentar argumentos pertinentes frente a fenómenos.
- Defender un punto de vista y fundamentar criterios.
- Resolver problemas.

La comprensión, implica el compromiso reflexivo del alumno con el contenido de enseñanza y la habilidad para articular significativamente el material comunicado por acciones de guía (Cedipro, 1998).

Entre los objetivos de los programas educativos se pueden mencionar:

1. Crear expectativas en el estudiante y estimular la planificación de su aprendizaje.
2. Dirigir la atención del estudiante y permitir que inicie su aprendizaje por diferentes caminos de acceso.
3. Asegurar situaciones de aprendizaje significativo.
4. Aprovechar la posibilidad de usar imágenes, animaciones, simulaciones y sonidos.
5. Desarrollar y hacer consciente el uso de diferentes estrategias: procesamiento, producción, uso de la información.
6. Proveer retroalimentación constante e informar acerca de los progresos en el aprendizaje. (Zangara, 1998).

Los ambientes computarizados son interfaces que deben ser usados como facilitadores del pensamiento y de la construcción del conocimiento de tal forma que los estudiantes puedan trazar sus propias formas de manejar la información que a ellos les llega de múltiples formas.

Por lo tanto la interacción entre el alumno y el software es la interface. Según Gallego y Alonso (1997), las características principales de la interface que brinda un software deben ser:

- a) Facilidad de manejo: la mejor interface de usuario es aquella que requiere el menor esfuerzo de aprendizaje.
- b) Originalidad: para promover la motivación y exploración.
- c) Homogeneidad: requiere de una interface con funciones claras para moverse de en el programa, incluyendo un mapa general.
- d) Versatilidad: que pueda incorporar nuevas funciones específicas.
- e) Adaptabilidad: deberá ofrecer modalidades de navegación de acuerdo al contenido, los destinatarios y el nivel de profundidad.
- f) Multimodalidad: con integración de modalidades de comunicación necesaria para cada concepto.
- g) Multidimensionalidad: para los diseños hipermediales.
- h) Agilidad: para que la interacción sea dinámica.
- i) Transparencia: cuanto más natural sea, será más fácil para el usuario acceder a los contenidos.
- j) Interactividad: darle al usuario un papel protagónico.
- k) Conectividad: para utilizar redes.

Respecto de las funciones, la interface del software debe tener una triple funcionalidad: utilidades, navegación e información.

Diversos autores han propuesto metodologías para una adecuada producción de software educativo. Bork (1981), sugiere cuatro etapas, las cuales son:

- Diseño Pedagógico.
- Diseño Gráfico
- Implementación o Desarrollo del software
- Evaluación – Mejoramiento.

A su vez, Sánchez (1992) propone un modelo general, dividido en tres etapas:

- Diseño.
- Desarrollo
- Evaluación.

Por lo tanto ¿Por qué diseñar un software educativo en el tema de respiración celular?

Las aplicaciones informáticas pueden facilitar el aprendizaje de conceptos, métodos, principios, ayudan a resolver problemas de variada naturaleza y contribuyen a desarrollar diferentes tipos de habilidades en el alumno, como son la organización, sistematización, simplificación, administración entre otras muchas, en el sentido más amplio, todo el proceso de selección, elaboración y diseño del software busca la explotación de los recursos computacionales dirigidos a la mejora en la educación (Skinner, 1970).

El software educativo reúne en un único formato todos los elementos que complementan la docencia teórica de un tema. Entre sus virtudes se pueden enumerar las siguientes:

- Carácter interactivo
- Alta capacidad de almacenamiento en un volumen mínimo
- Organización de sus elementos y fácil localización a través de menús.
- Facilidad de copia, renovación y actualización en cursos sucesivos.
- Muy bajo costo
- Facilidad de transporte
- Multimedia: admite numerosos formatos (texto, imagen, audio, etc.)
- Posibilidad de selección de contenidos que se deseen imprimir.
- Inclusión de información sin pérdida del color
- Posibilidad de adaptación y exportación de sus contenidos a páginas web
- Impacto ambiental leve (Marques, 2001).

¿Como evaluar la utilidad en el proceso de enseñanza aprendizaje de el Software educativo del tema, en un grupo de Biología III del Colegio de Ciencias y Humanidades?

Para medir y valorar el impacto en el proceso de enseñanza aprendizaje del software educativo, se realizó un instrumento de evaluación en donde se recogen aquellos aspectos que debiera reunir un software de este tipo. Para ello tuve presentes otros instrumentos de evaluación tanto de programas informáticos tradicionales como de otros recursos educativos como libros, videos, unidades didácticas, etc. (Martínez Bonafé, 1992; Alba, 1992; Domènech, 1992; Cabero, 1994; Sevillano, 1995; García Arto, 1995; Marqués, 1995 y Gros, 1997).

Además de incluir elementos comunes a cualquier medio audiovisual, en el instrumento que presento he intentado recoger los elementos propios del software multimedia

## 1.2 Análisis del programa de Estudio de Biología III

La creciente demanda de un mundo globalizado en el que se ofrecen recursos sin precedentes de circulación y almacenamiento de la información, plantea un enorme reto para la educación, ya que tiene que responder a un mayor volumen de conocimientos teóricos y técnicos sin perder el balance humano y de compromiso social que el mundo necesita.

Ante estas circunstancias se plantea que la educación debe estructurarse en torno a cuatro áreas de aprendizaje fundamentales que en el transcurso de la vida serán los pilares del conocimiento, mismos que considera el currículo del Colegio de Ciencias y Humanidades (Plan de Estudios, Colegio de Ciencias y Humanidades, 1998), y éstos son:

- Aprender a aprender (la parte conceptual o teórica). Se refiere a aprender más que conocimientos estáticos, estrategias de aprendizaje.
- Aprender a hacer (la parte práctica). Como vínculo y transformación de la realidad, es decir, el desarrollo de habilidades y/o destrezas.
- Aprender a ser (la parte individual). Como conciencia de sí mismo y el desarrollo de los valores.
- Aprender a convivir y a colaborar con los demás (la parte social). Como un desarrollo de la conciencia social y la solidaridad, es decir, el aspecto actitudinal.

Ante esta necesidad de aprendizaje en las cuatro áreas arriba citadas, la educación formal ha respondido, por lo general, de una manera restringida, privilegiando en las escuelas, la enseñanza de conceptos y desarrollando en mucho menor medida las habilidades y destrezas.

Desde una visión vigotskiana el aprendizaje implica el entendimiento e internalización de los símbolos, signos de la cultura y grupo social al que se pertenece, los alumnos se apropian de las prácticas y herramientas culturales a través de la interacción con miembros más experimentados. De ahí la importancia que en esta aproximación, tienen los procesos del andamiaje del profesor y los estudiantes, la negociación mutua de significados y la construcción conjunta del saber.

El estudio de la biología del Bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades, está orientado a conformar la cultura básica del estudiante en este campo del saber.

A través del programa de estudio se pretende contribuir a la formación del saber mediante la adquisición de conocimientos y principios propios de la disciplina, así como propiciar el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que le permitan enfrentar con éxito los problemas relativos al aprendizaje de nuevos conocimientos en el campo de la biología. Además, se busca enfatizar las relaciones sociedad-ciencia-tecnología para que pueda desarrollar una ética de responsabilidad individual y social que contribuya a establecer una relación armónica entre la sociedad y el ambiente.

La biología, como toda disciplina del conocimiento, se caracteriza tanto por el objeto de estudio en el que fija su atención, como por los métodos y estrategias que pone en juego para obtener nuevos conocimientos. El aprender a conocer desde la biología no supone sólo la memorización de una serie de características de los sistemas vivos y de sus funciones, sino va mucho más allá e implica que el alumno incorpore en su manera de ser, de hacer y de pensar, una serie de elementos necesarios para desenvolverse en la vida diaria, que lo lleven a cambiar su concepción del mundo.

En el curso de Biología III se propone la enseñanza de una biología integral que proporcione a los alumnos los conceptos y principios básicos, así como de las habilidades que les permitan entender y estudiar nuevos conocimientos de la disciplina, es decir, aprender a aprender.

De igual manera, se continúa con la adquisición de actitudes y valores que les permitan integrarse a la sociedad de nuestro tiempo y asumirse como parte de la Naturaleza, propiciando una actitud de respeto hacia ella y una actitud ética en cuanto a las aplicaciones del conocimiento biológico.

### **1.3 Discusión general sobre la enseñanza de la asignatura de Biología III.**

El bachillerato del CCH es propedéutico, general y único, puesto que se orienta a la adquisición de la preparación necesaria para cursar con éxito estudios profesionales. Los cuatro primeros semestres son los que proporcionan una cultura básica y los dos últimos concretan lo que se denomina la cultura de la especialidad. Se dice que para acentuar su función propedéutica, prestarán atención explícita a las habilidades y conocimientos requeridos para un comienzo fructífero de los estudios superiores. Los alumnos escogen las materias que han de cursar de acuerdo a las Reglas de Selección, en donde se establece la pertinencia de las asignaturas para los futuros estudios de licenciatura y es aquí donde encuentro la contradicción.

Los alumnos de Biología III, constituyen una población heterogénea en donde se encuentran: los que piensan seguir una licenciatura afín, los que escogieron la asignatura porque les gusta aunque no piensan estudiar nada relacionado con ella, los que la seleccionaron porque del bloque parece la más sencilla y no les quedó otra y los que la detestan pero aborrecen más las otras dos (física y química). De esta manera, cuento con alumnos que desarrollaron muy bien los contenidos declarativos, procedimentales y actitudinales de los cursos de Biología precedentes, los que más o menos los adquirieron y muchos que todavía las adeudan puesto que los cursos no son seriados.

De acuerdo a la teoría ausubeliana, el aprendizaje significativo se produce cuando los nuevos conocimientos conectan con las ideas previas que tienen los alumnos sobre el tema. El objetivo de esta teoría es, investigar y cuantificar la magnitud de las representaciones que poseen los alumnos (Driver; Guesne y Tiberghien, 1985) sobre la función de respiración en los seres vivos, con vistas a provocar, si fuera necesario, el consabido cambio conceptual y metodológico que nos conduzca dentro de un paradigma constructivista a una enseñanza más racional y por tanto a un aprendizaje más significativo (Ausubel, 1978).

El software educativo, es uno de los pilares en que se sostiene, del sistema educativo a distancia y, como material de aprendizaje, su comprensión depende fundamentalmente de la organización y estructuración de los contenidos del mismo.

Esta coherencia interna, se logra mediante un desarrollo metódico, que permite realizar las conexiones lógicas y conceptuales entre los elementos. Esta información organizada, dice Pozo (1998), se parece a un árbol de conocimientos, en el que se pueden establecer relaciones diversas entre ellos y recorrer diferentes rutas para recuperar el conocimiento y mediante la comprensión de la misma se podrá "reconstruir" o "traducir el material" a las palabras propias del aprendiz.

#### **1.4 Delimitación del problema en la enseñanza, vinculación con la Enseñanza media básica, vinculación con la enseñanza superior.**

La enseñanza de la biología se ubica en el campo de la educación científica, junto con la enseñanza de la física y de la química, en su conjunto proporcionan en la educación básica los conocimientos fundamentales para analizar y comprender los fenómenos naturales.

El problema de la explicación en biología radica en el afán por entender esta ciencia sólo desde un punto de vista físico, lo que plantea para la biología el reto de encontrar un lenguaje propio que le permita explicar su objeto de estudio de una forma diferente.

Resultan evidentes las diferencias entre los fenómenos biológicos y físicos. En efecto, los primeros son mucho menos predecibles que los segundos; existe gran variación de fuerzas biológicas, a diferencia de las fuerzas físicas cuyo ámbito es mucho más específico; los modelos biológicos incorporan cantidad de parámetros de gran variedad y los físicos son más sintéticos y precisos; los organismos presentan características propias y diferentes de los inertes.

El conocimiento biológico de la respiración celular puede explicarse sólo en términos físicos, y por ser un proceso complejo, tratar de aterrizarlo en la realidad es complicado.

Los alumnos consideran saber lo que son las funciones de nutrición, pero en el estudio de ellas, se confunden donde se realizan dichas funciones y que todos estos procesos tengan sus últimas consecuencias a nivel celular –donde se lleva a cabo el metabolismo– supone un engranaje que a los alumnos les cuesta llegar a entender; aunado, además, a la falta de motivación de la que gozan, causada, entre otros factores, por el papel pasivo a que son sometidos y al excesivo protagonismo del profesor y aun ambiente en el que habitualmente se desarrolla nuestra enseñanza hoy día.

Concretare más el tema mediante un ejemplo: por respiración entienden, el simple intercambio de gases con el medio ambiente que se lleva a cabo con el sistema respiratorio y no van más allá en la cuestión, sin acabar de, comprender que la verdadera respiración se lleva a cabo en cada una de nuestras células y que la función del sistema respiratorio es la de actuar de mero intermediario en todo el proceso de la respiración celular.

Tampoco comprenden que el oxígeno sea un nutriente necesario para la célula, pero que al ser gaseoso se capta por distinta vía que los nutrientes líquidos y sólidos.

En este punto radica la problemática, los cursos no pueden profundizar y acentuar su función propedéutica en cada uno de los temas del programa para los interesados en el área porque la mayoría de los alumnos, desafortunadamente, no posee las habilidades básicas de los cursos previos ni les interesa mayormente desarrollarlas, entonces el problema no se soluciona con un curso que trata de resaltar los contenidos transversales para que todos los alumnos participen de la mejor manera, pero soslaya la posibilidad de perfeccionar las habilidades de aquellos alumnos brillantes y muy interesados en los contenidos específicos de la Biología moderna.

Aún más, el hecho de que los estudiantes que van a seguir carreras del área químico-biológica estén imposibilitados para cursar Física III, Química III y Biología III, ha representado que muchos de nuestros alumnos brillantes se desempeñen de manera desventajosa en sus estudios de licenciatura, al grado de que algunos optan por desertar y cambiarse a una licenciatura menos demandante.

Es de todos sabido que el pobre interés por las carreras científicas que existe hoy en día, es el resultado de una gran cantidad de factores socio-económicos y de representaciones sociales muy particulares, pero si a eso le agregamos que los pocos alumnos que manifiestan interés llegan con desventajas, estamos contribuyendo a acentuar el problema, en lugar de aminorarlo.

Considero que esta problemática debe analizarse a la luz de todas las estructuras curriculares del Plan de estudios y de ser necesario modificar las Reglas de Selección de las asignaturas de quinto y sexto semestres, para propiciar que los alumnos que pueden tener un futuro exitoso en la ciencia no se vean obstaculizados por esta característica de nuestro sistema.

## **1.5 Vinculación con las Tecnologías de la Información.**

El momento actual en el que vivimos, los vertiginosos cambios que nos propone la ciencia y la tecnología, nos convoca a las docentes y los docentes a posibilitar espacios de enseñanza-aprendizaje, en los cuales el sujeto cognoscente pueda combinar los conocimientos de manera pertinente, práctica y social a la hora de resolver problemas reales.

Como menciona Panqueva (2002) “La educación para el Siglo XXI, permanente (a lo largo de toda la vida) y abierta (a todas las personas), inmersa dentro de una sociedad en la que el conocimiento será una de las fuerzas que harán peso en el balance socio-económico que conlleva el desarrollo (o el subdesarrollo), tendrá como uno de sus grandes aliados potenciales las tecnologías de información y de comunicación (TICs).

En este escenario y conjugación de realidades, es donde el Software Educativo se perfila como la herramienta base de las próximas generaciones de educandos. Esto exige, a su vez, el diseño de metodologías y herramientas adecuadas para satisfacer los nuevos requerimientos.

Con el diseño del software educativo se apunta a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje promoviendo la construcción e integración del conocimiento y facilitando el trabajo que para alumno y profesor supone la tarea de formación y cuenta con mecanismos que permiten integrar la interactividad que proporcionan las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje, facilitar la construcción de material didáctico y herramientas educativas, aplicando los conceptos modernos de la ingeniería de software y de la tecnología orientada a objetos, que pone énfasis en la reusabilidad y flexibilidad de las soluciones.

El software educativo es un sistema multimedia es decir un medio audiovisual que se elabora con equipamiento técnico, donde se incluyen computadoras y redes de transmisión de datos entre los más importantes (Bravo, 1998).

Muchas razones contribuyen a utilizar el software en el proceso pedagógico, la importancia que cada día cobra la informática, el aumento incesante de la información, los plazos cada vez más reducidos entre el descubrimiento científico y su aplicación, la necesidad de una educación permanente durante la vida y para la vida y la creación de nuevas formas de trasmisión donde prevalezca la interacción con el receptor.

A medida que la sociedad se informe y las redes de información tengan accesos igualitarios para todos, el software se transformará en los medios de enseñanza que contribuirán a la educación permanente del individuo.

En la actualidad existen diferentes tipos de programas que dicen ser elaborados para la enseñanza y en ocasiones distan bastante de lo que debe ser un software educativo. En varios sobresalen más los efectos, los videos impuestos, las imágenes con poco sentido comunicativo, los sonidos repetitivos donde lo mismo que se lee se escucha, entre otras muchas deficiencias. Estas dificultades generan desinterés por parte de estudiantes y profesores y pueden convertir al recurso en un medio poco empleado.

El software busca participar como un facilitador en el proceso de enseñanza aprendizaje, como un diálogo e intercambio en el que se haga necesaria la presencia de un gestor o mediador de procesos educativos.

Es decir un facilitador o docente con capacidad de buscar, con rigor científico, estrategias creativas que generen y motiven, el desarrollo del pensamiento crítico, reflexivo, sistémico y que considere al mismo tiempo el desarrollo evolutivo del pensamiento del estudiante. El mediador incita a la generación de aprendizajes significativos a través de la movilización de estructuras de pensamiento desde un enfoque encaminado a la enseñanza, para la comprensión, el uso creativo de recursos de mediación pedagógica audio, verbo, icocinética (multimedia) y el desarrollo de valores.

Por lo tanto, el material didáctico tuvo por objeto construir conocimientos, pero también generar actitudes hacia el medio, aspecto que se consigue mediante la vivencia y experiencia que se deriva de un contacto directo con su contexto cultural, determinándose así una adecuada intervención pedagógica (Bravo, 1998).

La característica más importante que define al software educativo es precisamente la interactividad, la medición de dicha variable marca su principal diferencia con respecto a los medios tradicionales que incluyen también a los multimedia. La interactividad no se mide por el número de "clics" que efectúe el usuario-receptor, sino por el grado de involucramiento que pueda lograr con la pantalla, el movimiento, el color, el despliegue de imágenes, la animación, los mensajes su estructura, las formas de participación, la capacidad de innovación (Reynoso, 1996).

Para ello se precisa un docente que antes de guiar la enseñanza-aprendizaje, debe primero concebir la ciencia, y luego representarla como algo digerible y provocativo para sus estudiantes, lo cual favorecerá la interpretación del mundo que ellos hagan desde su íntima percepción, sin que esto signifique arbitrariedad ni pérdida del rigor científico.

## 1.6 Planteamiento de la Tesis.

Desde hace años se viene prestando atención a la forma en que el alumno aprende, en especial a lo que ya sabe, como determinante de lo que es capaz de aprender. Sin embargo hay otras variables que deben merecer también la atención de los investigadores en didáctica de las ciencias.

Una de ellas es la naturaleza del conocimiento científico que se enseña. Otero (1989) dice: “Es muy posible que los métodos, por ejemplo, hayan variado en las últimas décadas y también las ideas sobre la forma en que el alumno aprende”.

Desde el ámbito de la enseñanza-aprendizaje, el interés ha de centrarse principalmente en la descripción, comprensión y transformación de los procesos que llevan a la construcción del conocimiento.

Describir, comprender y transformar los procesos seguidos por los estudiantes en la construcción de representaciones, es indispensable para incidir significativamente en los procesos de aprendizaje.

El tema de la respiración celular es un tópico tratado en la enseñanza de la biología en todos los niveles educativos. Dada la reiteración de estos contenidos, cabría suponer su aprendizaje por parte de los estudiantes.

Sin embargo, investigaciones y nuestra propia práctica cotidiana, demuestra que no se aprenden estos conocimientos, debido a variadas dificultades que surgen en su aprendizaje, así como las concepciones de los docentes y el contexto en el que se desarrollan las clases (Caballer y Giménez, 1993; Cordero et al., 2001; García Zaforas, 1991). Es frecuente que los estudiantes confundan respiración celular con intercambio de gases, es decir, que no se asocie la respiración con una combustión que ocurre a nivel celular (García Zaforas, 1991).

En nuestra asignatura se aborda el tema considerando las diferentes rutas metabólicas y formas de obtención de energía de los seres vivos, así como las características particulares de las células.

Por ello la utilización de nuevas tecnologías en el campo de la enseñanza facilita el proceso de aprendizaje debido su amplia difusión, y a que la juventud conoce las posibilidades de éstas por medio de videos, juegos virtuales, chats, navegación por Internet, planteándose en todo momento la comunicación por medio de imágenes.

Esto exigió, a su vez, el diseño de metodologías y herramientas adecuadas para satisfacer los requerimientos del tema. Con el diseño del software educativo se apuntó a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje promoviendo la construcción e integración del conocimiento y facilitando el trabajo del docente.

El desarrollo del software educativo se plantea como una herramienta que proporciona un estilo de aprendizaje acorde a la realidad actual, motivando al alumno para comprender por sí mismo, hacer elecciones rápidas, razonadas y vivir creativamente, ya que le permite simular una realidad que facilita su inserción en el sistema social en el cual vive (Lanz, 1999).

El presente trabajo fue realizar un Software Educativo para la enseñanza del tema de Respiración Celular, partiendo de los siguientes enunciados:

1. Es un sistema multimedia es decir un medio audiovisual que se elabora con equipamiento técnico, donde se incluyen un computador, un procesador de textos, programas de imágenes, película y redes de transmisión de datos entre los más importantes.
2. Presentación en animación gráfica y sonidos.
3. Integración medios textuales, gráficos, imagen fija o animada y sonido.

El software educativo permite que los documentos tradicionales, que generalmente constan de números y letras, puedan verse ahora mejorados con la incorporación de otros medios como imágenes, sonido y video que permiten hacer más comprensible la información.

El software integró varias formas de presentar la información: textual, sonora, gráfica, que por sí solas utilizan distintos sistemas o canales de tratamiento o emisión, uniéndolas en un solo sistema, en donde la comunicación está ligada a la forma de transmitir el mensaje y por tanto, a la técnica propia del manejo de cada elemento que constituye el software.

Por lo tanto el software educativo realizado trató de ser interactivo, estableciendo una relación directa con el estudiante, en donde este puede interactuar con el programa y de esta forma aprender los conocimientos relativos a la respiración celular. Las metas que busqué incluir en el software educativo son:

1. Motivación al uso del recurso.
2. Inmersión en los conceptos básicos sobre la respiración celular.
3. Reflexión acerca del proceso celular para la obtención de energía.
4. Colaboración entre compañeros.
5. Control los alumnos deciden sobre el orden de la información que reciben.
6. Diversión y juego con los diferentes partes del software.
7. Curiosidad para profundizar en el tema.

La formación audiovisual trato de apoyar a los estudiantes para que obtengan una enseñanza más completa y acorde con las exigencias de una época tecnológica, haciendo de ellos receptores críticos y emisores creativos a través de graficar, realización de mapas mentales y del desarrollo de las autoevaluaciones.

En el diseño de este software se aborda el tema de Respiración Celular del programa vigente de Biología III, a través de este se pretende facilitar la comprensión de dicho proceso, además conforme avance en la elaboración del material se compare, repase, busque información, discrimine información y obtenga un material interactivo explícito, elaborar un trabajo escrito, ordenar información, graficar el proceso y lo exponga frente a sus compañeros, el profesor y en consecuencia se logre un aprendizaje significativo.

Al crear un material interactivo bajo las condiciones generales para la elaboración de un trabajo indicadas por Ausubel (1978) de que el nuevo material se presente relacionándolo explícitamente con las ideas de los estudiantes, y que tenga una organización adecuada. De esta manera el aprendizaje puede ser significativo e incluso activo, ya que los estudiantes deben rehacer sus propios significados (Driver, 1985).

Por lo tanto el marco pedagógico del software se presentan componentes inherentes al modelo conductista, pues las informaciones están descompuestas en unidades, hay algunas actividades que requieren una respuesta del usuario y ciertos refuerzos en la actividad de evaluación. También se reflejan diversos aspectos relacionados con el modelo cognitivista, ya que se “considera al refuerzo como motivación intrínseca” (Gros, 1997), de manera que éste se da para informar no para sancionar. Además, se inserta en la teoría constructivista, porque contempla sistemas hipertexto, en los cuales “se organiza la información de manera no lineal, cada usuario puede recorrer, navegar o utilizar personal y creativamente la información” (Gros, 1997). Esto lo hace a través de imágenes en movimiento, el contenido de las unidades y el glosario que se presentan en este software.

De esta forma traté de desarrollar las capacidades y las estructuras mentales de los estudiantes y sus formas de representación del conocimiento (a través de la elaboración mapas conceptuales y mentales) mediante el ejercicio de actividades cognitivas del tipo: autocontrol, memorización, comprensión, comparación, relación, análisis, síntesis, razonamiento (deductivo y crítico), pensamiento divergente, imaginar, resolver problemas, expresión (verbal, escrita, gráfica...), crear, experimentar, explorar, reflexión metacognitiva (reflexión sobre su conocimiento y los métodos que utilizan al pensar y aprender).

El objetivo de este software educativo es el permitir que el estudiante participe activamente en su proceso de aprendizaje del tema de respiración celular.

# *CAPITULO II*

*MARCO TEORICO*

## **2.1 Análisis de las teorías que permiten sustentar la validez de la tesis Propuesta.**

El principio fundamental de un Docente debe ser su permanente reflexión, para introducir cambios perdurables en su práctica pedagógica. Dichos cambios implican su permanencia durante un lapso que depende de la necesidad de introducir un nuevo cambio para ello el docente debe estar: abierto al cambio permanente y perdurable, pues hoy “Más que el conocimiento, se torna prioritaria la capacidad para comprenderlo, para interpretarlo y para procesarlo, frente a una escuela concentrada en el aprendizaje de informaciones particulares, el mundo contemporáneo exige la formación de individuos con mayor capacidad analítica” (Rivas, 2004).

Para que el docente pueda llevar a cabo un proceso de reflexión en torno a la situación planteada, es menester que conozca un cúmulo de teorías, principios, corrientes filosóficas, modelos curriculares, estrategias de aprendizaje, estrategias de evaluación y recursos, entre otros, para propiciar el aprendizaje. En este sentido, un docente tendrá un discurso y una práctica pedagógica congruentes cuando conozca estos saberes y los practique. Cabe resaltar que entre los conocimientos que debe manejar el docente, está el referido a las teorías del aprendizaje. Particularmente, se distinguen cuatro modelos amplios de aprendizaje que se reseñan a continuación:

- a) Modelos conductistas, con teóricos como Skinner, Wolpe, Salter, Gagné, Smith y Smith, etc., cuyo objetivo es el control y entrenamiento de la conducta.
- b) Modelos de interacción social, con teóricos como Cox, Bethel, Shaftel, Boocock, etc., que se centran en los procesos y valores sociales.
- c) Modelos personales, entre cuyos representantes están Rogers, Schutz, Gordon, Glasser, etc., orientado hacia el auto-desarrollo personal.
- d) Modelo de procesamiento de la información, entre cuyos teóricos se encuentran Suchman, Schwab, Bruner, Piaget, Sigel, Ausubel, etc., que trabajan sobre los procesos mentales (Ontoria, 2001).

Otros autores prefieren referirse a tres grandes teorías: conductismo, cognitivismo y constructivismo.

El conductismo iguala al aprendizaje con los cambios en la conducta observable, bien sea respecto con la forma o la frecuencia de esas conductas. El aprendizaje se logra cuando se exhibe una respuesta apropiada después de la presentación de un estímulo ambiental específico; en este caso los elementos claves son el estímulo, la respuesta y la asociación entre ambos (Díaz, 2004).

Esto significa que el conductismo no se preocupa por la forma como se aprende, es decir, por los procesos; y tampoco por las reflexiones o posturas críticas que se asuman, las soluciones que se dan a los problemas, ni las interacciones e inferencias que se hagan. Estas son algunas de sus debilidades, pero también hay fortalezas, por ejemplo, los premios o incentivos que se dan al lograr algún aprendizaje, entre los cuales pueden estar las caricias positivas, tarjetas o cualquier obsequio.

El cognitivismo es una teoría en la cual se establece que: la memoria posee un lugar preponderante en el proceso de aprendizaje que se produce cuando la información es almacenada de una manera organizada y significativa; en este sentido al planificar la enseñanza se deben usar técnicas como analogías, relaciones jerárquicas para ayudar a los estudiantes a relacionar la nueva información con el conocimiento previo y debido al énfasis en las estructuras mentales, se considera a las teorías cognitivas más apropiadas para explicar las formas complejas de aprendizaje; entre ellas, razonamiento, solución de problemas, procesamiento de información” (Díaz, 2004).

Con esta teoría se da prioridad a los conocimientos previos, al conocimiento del mundo externo, pero se olvida un poco lo referido a la propia experiencia del ser humano. Las estrategias que se emplean son los mapas conceptuales, mentales y semánticos, entre otros.

El constructivismo es una teoría que equipara el aprendizaje con la creación de significados a partir de experiencias; la cual no niega la existencia del mundo real, pero sostiene que lo conocido de él nace de la propia interpretación de nuestras experiencias, por eso los humanos crean significados...sostiene que los estudiantes no transfieren el conocimiento del mundo externo hacia su memoria, sino que construyen interpretaciones personales del mundo basados en las experiencias e interacciones individuales, en consecuencia las representaciones internas están abiertas al cambio, el conocimiento emerge en contextos que le son significativos, por lo tanto, para comprender el aprendizaje que ocurre en una persona se debe examinar la experiencia en su totalidad (Díaz, 2004).

Aquí, tanto el estudiante, el ambiente y la interacción de ambos son importantes; la memoria está en permanente construcción, el conocimiento es generado por los estudiantes.

En torno a lo planteado, cabe destacar que es relativamente difícil hallar a un docente que evidencie en su práctica pedagógica un modelo puro de los que se han reseñado. No obstante, es común encontrar el predominio de alguna de estas corrientes, que en muchos casos es el conductismo, donde el estudiante está supeditado a escuchar, obedecer, memorizar, reproducir, recibir premios o castigos. Esto implica que se dejen de lado aspectos tan importantes como la creatividad, la libertad para desarrollar plenamente la personalidad, el derecho a participar y expresar ideas, así como también, a interactuar con los demás.

Es factible que un docente sea consistente con una teoría en particular, pero se considera pertinente destacar que de acuerdo con la situación, el aprendizaje que se desea propiciar y la concepción de hombre o de sociedad que se quiera formar, se manifestarán diversas características de las teorías mencionadas. Esto significa que un docente no es puramente conductista, cognitivista o constructivista, sino que es una totalidad en la cual se insertan todas estas tendencias. La habilidad está en saber cuál es la apropiada en determinado momento o situación de aprendizaje, aunado al hecho de que todos los seres humanos no aprenden de la misma manera. Quizás sería conveniente referirse a una concepción holística del aprendizaje, que integre todas las teorías del aprendizaje.

En estudios realizados, “se ha descubierto que, como consecuencia de muchas actividades emprendidas cuando se utiliza un software educativo, los estudiantes pueden responsabilizarse más de su propio aprendizaje que en otros casos” (Daniel, 2005). Asimismo, el empleo de estos recursos “ayuda a crear ambientes enriquecidos de aprendizaje y favorece el aprendizaje significativo” (Ruiz y Vallejo, 2004).

Las primeras ideas sobre desarrollo de software educativo aparecen en la década de los 60, tomando mayor auge después de la aparición de las microcomputadoras a fines de los 80.

El uso de software educativo como material didáctico es relativamente nuevo, los primeros pasos fueron dados por el lenguaje Logo, que a partir de su desarrollo en el MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) fue utilizado en numerosas escuelas y universidades.

Bruner menciona que: "el punto crucial y definitorio del aprendizaje, del conocimiento de algo nuevo, radica en la posibilidad humana de abstraer en los objetos algunos pocos rasgos para construir criterios de agrupamiento de los objetos abstraídos", a pesar de que con frecuencia acontece que los rasgos comunes son muchos menos y menores, que los rasgos que los diferencian como plantea Fernández Pérez, (1995).

En otras palabras, hace del proceso de formación de conceptos una instrumentalización cognitiva. El alumno no descubre el conocimiento, sino que lo construye, en base a su maduración, experiencia física y social (Bruner, 1988), es decir el contexto o medio ambiente.

Según Bruner, algunas de las habilidades a adquirir son: la capacidad de identificar la información relevante para un problema dado, de interpretarla, de clasificarla en forma útil, de buscar relaciones entre la información nueva y la adquirida previamente.

Hablar de ambientes de enseñanza constructivistas significa concebir el conocimiento desde la perspectiva de Piaget (1989) mediante desarrollos cognitivos basados en una fuerte interacción entre sujeto y objeto, donde el objeto trata de llegar al sujeto, mediante cierta perturbación de su equilibrio cognitivo, quien trata de acomodarse a esta nueva situación y producir la asimilación del objeto, con la consecuente adaptación a la nueva situación. En este esquema conceptual piagetiano, se parte de la acción, esencial, ya sea para la supervivencia, como para el desarrollo de la cognición. "La postura constructivista psicogenética acepta la indisolubilidad del sujeto y del objeto en el proceso de conocimiento. Ambos se encuentran entrelazados, tanto el sujeto, que al actuar sobre el objeto, lo transforma y a la vez se estructura a sí mismo construyendo sus propios marcos y estructuras interpretativas" (Castorina, 1989).

A partir de aquí, se ha desarrollado infinidad de software de acuerdo a las diferentes teorías, tanto conductuales, constructivistas y posteriormente cognitivistas (Gallego, 1997).

Las teorías sobre aprendizaje y enseñanza colocan el énfasis en las formas cómo la mente representa, organiza y procesa el conocimiento. (Carretero, 1996) y también ponderan las dimensiones socio-culturales del aprendizaje (Vigotsky, 1988). Estos aportes exigen que, avanzando más allá de la evaluación de destrezas, rutinas, o conocimientos aislados y descontextualizados, las prácticas de evaluación aborden los aspectos más complejos de los desempeños estudiantiles.

Según los aportes de la psicología cognitiva, lo que realmente importa es saber qué tan bien responde la memoria de largo plazo en escenarios donde es necesario recuperar información para razonar y aplicar en situaciones problema, específicas y en contexto (Carretero, 1996).

En consecuencia, comprender los esquemas almacenados en la memoria de largo plazo es especialmente interesante para determinar qué saben las personas y cómo utilizan ese conocimiento. Coherentes con los avances de las Ciencias cognitivas, las evaluaciones deberían tener la capacidad de valorar qué esquemas tiene una persona y cómo maneja la pertinencia de la información almacenada en la memoria de largo plazo en distintas situaciones.

Las teorías constructivistas se sustentan en la premisa de que cada persona construye su propia perspectiva del mundo que le rodea a través de sus propias experiencias y esquemas mentales desarrollados. El constructivismo se enfoca en la preparación del que aprende para resolver problemas en condiciones ambiguas (Schuman, 1996).

La postura constructivista se alimenta de las aportaciones de diversas corrientes psicológicas asociadas genéricamente a la psicología cognitiva: el enfoque psicogenético piagetiano, la teoría de los esquemas cognitivos, la teoría ausubeliana de la asimilación y el aprendizaje significativo, la psicología sociocultural vigotskiana, así como algunas teorías instruccionales, entre otras.

El constructivismo postula la existencia y prevalencia de procesos activos en la construcción del conocimiento: habla de un sujeto cognitivo aportante, que claramente rebasa a través de su labor constructiva lo que le ofrece su entorno.

De esta manera, según Lemini (1992) se explica la génesis del comportamiento y el aprendizaje, lo cual puede hacerse poniendo énfasis en los mecanismos de influencia sociocultural (Vigotsky, 1988), socioafectiva (Wallon, 1987) o fundamentalmente intelectuales y endógenos (Piaget 1966).

La concepción constructivista del aprendizaje escolar se sustenta en la idea de que la finalidad de la educación que se imparte en las instituciones educativas es promover los procesos de crecimiento personal del alumno en el marco de la cultura del grupo al que pertenece.

Estos aprendizajes no se producirán de manera satisfactoria a no ser que se suministre una ayuda específica a través de la participación del alumno en actividades intencionales, planificadas y sistemáticas, que logren propiciar en éste una actividad mental constructiva (Coll, 1988).

De esta manera, los tres aspectos clave que deben favorecer el proceso instruccional serán el logro del aprendizaje significativo, la memorización comprensiva de los contenidos escolares y la funcionalidad de lo aprendido.

En el enfoque constructivista, tratando de conjuntar el cómo y el qué de la enseñanza, la idea central se resume en la siguiente frase: “Enseñar a pensar y actuar sobre contenidos significativos y contextualizados”

De acuerdo con Coll (1988) la concepción constructivista se organiza en torno a tres ideas fundamentales:

- a) El alumno es el responsable último de su propio proceso de aprendizaje.

Él es quien construye (o más bien reconstruye) los saberes de su grupo cultural, y éste puede ser un sujeto activo cuando manipula, explora, descubre o inventa, incluso cuando lee o escucha la exposición de los otros.

- b) La actividad mental constructiva del alumno se aplica a contenidos que poseen ya un grado considerable de elaboración.

Esto quiere decir que el alumno no tiene en todo momento que descubrir o inventar en un sentido literal todo el conocimiento escolar. Debido a que el conocimiento que se enseña en las instituciones escolares es en realidad el resultado de un proceso de construcción a nivel social, los alumnos y profesores encontrarán ya elaborados y definidos una buena parte de los contenidos curriculares. En este sentido es que decimos que el alumno más bien reconstruye un conocimiento preexistente en la sociedad, pero lo construye en el plano personal desde el momento que se acerca en forma progresiva a lo que significan y representan los contenidos curriculares como saberes culturales.

- c) La función del docente es engarzar los procesos de construcción del alumno con el saber colectivo culturalmente organizado.

Esto implica que la función del profesor no se limita a crear condiciones óptimas para que el alumno despliegue una actividad mental constructiva, sino que deba orientar y guiar explícita y deliberadamente dicha actividad.

La construcción del conocimiento es en realidad un proceso de elaboración, en el sentido de que el alumno selecciona, organiza y transforma la información que recibe de muy diversas fuentes, estableciendo relaciones entre dicha información y sus ideas o conocimientos previos. Así, aprender un contenido quiere decir que el alumno le atribuye un significado, construye una representación mental a través de imágenes o proposiciones verbales, o bien elabora una especie de teoría o modelo mental como marco explicativo de dicho conocimiento.

Construir significados nuevos implica un cambio en los esquemas de conocimiento que se poseen previamente, esto se logra introduciendo nuevos elementos o estableciendo nuevas relaciones entre dichos elementos. Así, el alumno podrá ampliar o ajustar dichos esquemas o reestructurarlos a profundidad como resultado de su participación en un proceso instruccional.

Por lo tanto los nuevos escenarios de aprendizaje donde la multimedia y el software interactivo, estimula, facilita y provoca en el alumno la promoción de la búsqueda de información, aprendizaje por descubrimiento, formación de conceptos, esquematización y con lleve a la construcción del conocimiento en el tema de Respiración Celular.

## **2.2 Argumentos teóricos que permiten sustentar la validez de la Tesis propuesta.**

La Didáctica de las Ciencias recibió nuevas influencias provenientes del campo de la epistemología y de la psicología del aprendizaje. Los aportes de Lakatos (1983) y Feyerabend (1981), entre otros, fueron decisivos para poner en crisis muchos de los supuestos teóricos sobre los cuales fueron elaboradas las reformas curriculares de los años 60 y 70.

También desde la psicología del aprendizaje comenzó a tomar importancia el estudio de cómo los niños entienden los procesos y la influencia que esto tiene en la incorporación de los nuevos conceptos.

La famosa frase de Ausubel “si tuviera que reducir toda la psicología educativa a un sólo principio, sería éste: el factor que más influye sobre el aprendizaje es lo que el estudiante ya sabe. Descúbrasele y enséñesele en consecuencia” por lo tanto resume esta perspectiva de la psicología educativa.

La constatación de que el aprendizaje de los alumnos está influido por la búsqueda de los significados de la experiencia y de la información, y que la misma depende de las concepciones que ellos tienen en un determinado ámbito del conocimiento, ha derivado en enfoques de la enseñanza de las Ciencias basados en la construcción de los conceptos científicos, a partir del conocimiento que ya traen consigo, y en los procesos de cambio conceptual, procedimental y actitudinal.

La aparición de nuevos ambientes de aprendizaje solo tiene sentido en el conjunto de cambios que afectan a todos los elementos del proceso educativo (objetivos, contenidos, profesores, alumnos).

Los cambios en educación, a cualquier escala, para que sean duraderos y puedan asentarse requieren que cualquier afectado por dicho cambio entienda y comparta la misma visión de como la innovación hará que mejore la educación: Profesores, administradores, padres y la comunidad educativa entera deben estar involucrados en la concepción y planificación del cambio desde el primer momento.

La comprensión de lo que suponen estos cambios puede entenderse mejor mediante lo que Rhodes (1994) describe como construcción de escenarios. Un escenario viene a ser la descripción, en detalle, de lo que estamos concibiendo o imaginando y de lo que significaría, llevado a la realidad, para un grupo particular.

En educación los escenarios suelen describir un día o una situación concreta de estudiante o de profesor en un contexto educativo del futuro, y el proceso de creación de estos escenarios ayuda a los implicados en la planificación del cambio a que tengan una mejor comprensión de todo el proceso.

Describir escenarios de aprendizaje propiciados por las nuevas tecnologías nos ayudará en el diseño y creación de ambientes de aprendizaje adecuados a las nuevas coordenadas espacio-temporales, a los nuevos objetivos educativos, etc., de tal forma que podamos comprender cómo los cambios afectan a los estudiantes, profesores, centros y a la comunidad.

Estos nuevos escenarios pueden referirse, tanto al impacto que la introducción de las TIC'S tiene en la enseñanza convencional, como a la configuración de nuevos escenarios para el aprendizaje.

En donde la sociedad cambiante, los rápidos avances tecnológicos, las mayores demandas educativas que buscan una mejora en la calidad de los servicios educativos, son algunos de los factores que han traído consigo la creación de nuevos escenarios del aprendizaje.

Salinas (1997) señala que “el salón de clase, que era el único espacio emblemático para la enseñanza, ya no es el único escenario donde se lleva a cabo el aprendizaje”.

Conceptos como educación a lo largo de toda la vida, formación continua, aprender a aprender entornos flexibles de enseñanza – aprendizaje, autogestión de los procesos de aprendizaje profesional, aprendizaje enriquecido por tecnología (Piattini y Mengual, 2008) son conceptos que hoy en día tenemos que manejar para acompañar a los educandos en su proceso escolar.

El trabajo del docente podrá ser: presencial, semipresencial y en línea al utilizar el Internet, páginas Web, Multimedia, Software. Los escenarios de aprendizaje dejarán de ser únicamente los salones de clase, ahora se podrán llevar a cabo dentro de casa, en el trabajo, o en los centros de recursos de aprendizaje o multimedia, ya que el alumno asumirá la responsabilidad de crear su propio aprendizaje significativo en donde podrá manejar el tiempo y ritmo establecido por él, se encontrará más motivado y de igual forma seleccionará los recursos con los que orientará sus aprendizajes, el profesor será ahora un guía y facilitador del proceso de enseñanza-aprendizaje (Gallo, 2002).

El aprendizaje en línea se apoya en una pedagogía constructivista en la cual el aprendizaje por descubrimiento juega un papel importante. En este orden de ideas, es relevante mencionar que esta actividad cumple con los principios de la teoría constructivista en la cual debe de ser: activo y manipulable, porque involucra a los estudiantes, de manera que sean ellos mismos quienes interactúan y exploran, además de darles oportunidad de concientizar el resultado de su manipulación del aprendizaje.

### **2.3 Definición de los rasgos generales que debe cubrir una estrategia didáctica.**

El aprendizaje escolar que implica la comprensión y aplicación de conceptos abstractos mediante el uso de las habilidades intelectuales superiores, requiere una cuidadosa planificación que tiene con objetivo, que el aprendiz logre no solo conocer lo que se le enseña, sino además debe comprenderlo y en algunos casos aplicarlo.

En la teoría Constructivista se busca el tratamiento a problemas poco definidos a través de la reflexión en acción, equiparando el aprendizaje con la creación de significados a partir de experiencias. Los modelos instruccionales basados en el constructivismo, se enfocan a la creación de herramientas que reflejan la sabiduría de la cultura en la cual se utilizan, así como los deseos y experiencias de los individuos (Bartolomé, 2004)

En el caso de la aproximación constructivista, el diseñador genera las estrategias y materiales de aprendizaje para que tengan un tinte más facilitador que prescriptivo.

El diseño de entornos de aprendizaje en el marco de software educativo se transforma en la estructuración de un conjunto de principios y procedimientos que permiten organizar y orientar el material de tal manera que permita promover el aprendizaje por parte de los usuarios. Lo cual supone la estructuración de un determinado contenido, y la estructuración de pautas para estimular y orientar su aprendizaje.

Este diseño tiene su basamento en diferentes teorías, - psicología, lógica, epistemología, sociología, didáctica, biología, entre otras y se combinan para generar un producto.

La tarea de enseñar, implica siempre, en cualquier contexto, ya sea virtual o presencial, el diseño de entornos y la previsión de situaciones cuya intención es que conduzcan a aprendizajes.

En este sentido, el diseño de software educativo, es concebido como una construcción metodológica.

Esto significa que no es absoluta, ni para todas las situaciones, ni para todos los contenidos e individuos y, que se conforma en el marco de situaciones concretas, en un contexto determinado. De esta manera, el diseño es un proceso que toma la forma de espiral constructivo, y no como una secuencia lineal de selección de los elementos que lo integran.

Trato de buscar la reflexión sobre la acción, tiene una evaluación permanente y se aleja de un modelo de instrucción basado en técnicas que predefinen pasos organizados de manera rigurosa. Implica reconocer al propio diseñador, como sujeto que asume la tarea de elaborar una propuesta de enseñanza en la cuál la construcción metodológica deviene fruto de un acto singularmente creativo de articulación entre la lógica de los contenidos, las posibilidades de apropiación de éstos por parte de los sujetos y las situaciones y los contextos particulares que constituyen los ámbitos donde ambas lógicas se entrecruzan.

La adopción por el diseñador de una perspectiva axiológica, incide en las formas de vinculación con el conocimiento cuya interiorización se propone y, por lo tanto, también tiene su expresión en la construcción metodológica (Edelstein, 1997).

En ese sentido, los contenidos no se especifican y la responsabilidad de la dirección del aprendizaje cae en quien aprende. Por las mismas razones, la evaluación necesariamente se vuelve más subjetiva ya que no depende de criterios cuantitativos de logro del objetivo, dando la cara a la evaluación de los procesos.

Es aquí en donde la autoevaluación toma un papel protagónico para hacer consciente al aprendiz de la importancia del conocimiento de los procesos. Es de esperar que en los modelos instruccionales constructivistas los exámenes a base de papel y lápiz carezcan de validez; y en su lugar se realizan evaluaciones basadas en otros instrumentos tales como resúmenes, síntesis, cuadros sinópticos, mapas conceptuales, etc.

Como puede apreciarse, existe una divergencia subjetiva en el aprendizaje constructivista, lo que facilita al diseñador instruccional para trabajar desde el sistema y a través de esta vía, lograr la aproximación objetiva para el diseño instruccional.

Esto no quiere decir en ningún momento, que las técnicas de diseño instruccional más tradicionalistas sean mejores que las basadas en el constructivismo; sin embargo si son más fáciles, consumen menos tiempo operativo y pueden resultar menos costosas en términos de diseño que un sistema cerrado. En este sentido, quizás haya algo de verdad en decir que el constructivismo es una teoría del aprendizaje más que una aproximación de enseñanza. (Wilson, 1995)

Hay que tener en mente, que los modelos instruccionales son guías o “mapas” que los instructores utilizan durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Conforman el armazón procedimental sobre al cual se produce la instrucción de forma sistemática y basada en una teoría de aprendizaje. En otras palabras, permiten al diseñador instruccional crear un conjunto de productos al servicio del aprendizaje, todos ellos congruentes armónicamente y en sintonía con una o varias teorías del aprendizaje.

Con los nuevos enfoques producidos por las investigaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje, el proceso de diseño instruccional debe ser visualizado como una serie de componentes interconectados que funcionan de manera sinérgica para el logro de un propósito, tomando en consideración aspectos relacionados con el aprendiz, el instructor y el contexto educativo en el que se desenvuelven.

El software educativo con las condiciones deseadas, se debe de incorporar dentro de las fases de análisis y diseño, aspectos didácticos y pedagógicos, es decir, el diseño instruccional, a fin de que faciliten y garanticen la satisfacción de las necesidades educativas del usuario al cual va dirigido el software.

Se debe involucrar también a estos usuarios, para conseguir identificar necesidades y problemas puntuales, para luego establecer mecanismos de resolución adecuados y apoyar cada una de las fases en sólidos principios educativos, comunicativos y computacionales (Galvis, 2000).

La metodología para desarrollo del software es tomada de la propuesta de (Seels y Glasgow, 1990): análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación (ADDIE):

1. Análisis
2. Diseño
3. Desarrollo
4. Implantación e implementación
5. Evaluación

#### Fase de análisis

En la fase de análisis, se clarifica el problema educacional, se establecen las metas, los objetivos, se identifican el ambiente que aprende y el conocimiento existente y las habilidades del principiante.

#### Fase de diseño

La fase de diseño se ocupa de los objetivos ha aprender, de instrumentos, de ejercicios, del contenido, y del análisis del tema. La fase de diseño debe ser sistemática y específica. Sistemático significa un método lógico, ordenado de identificar, de desarrollar y de evaluar un sistema de estrategias previstas apuntadas para lograr las metas del proyecto. Específico significa que cada elemento del plan educacional del diseño necesita ser ejecutado con la atención a los detalles.

Éstos son pasos usados para la fase de diseño:

1. Documentación de la estrategia educacional, visual y técnica del proyecto del diseño.
2. Aplicación de las estrategias educacionales según los resultados del comportamiento previstos por el dominio (cognoscitivo, afectivo, y psicomotor).
3. Diseño la interfaz y experiencia del usuario.
4. Creación del prototipo.
5. Aplicación el diseño visual (diseño gráfico)

#### Fase del desarrollo

La fase del desarrollo es donde se crean y montan los contenidos que fueron creados en la fase de diseño. En esta fase, se crean las plantillas, se escribe el contenido y se diseñan los gráfico. Se prueba el software y se realizan procedimientos que eliminan errores. El proyecto se repasa y es revisado.

#### Fase de la Implementación

Durante la fase de la puesta en práctica, se desarrolla un procedimiento para entrenar a los facilitadores y a los principiantes. El entrenamiento de los facilitadores debe cubrir el plan de estudios del curso, los resultados que aprenden, el método de entrega, y los métodos de prueba. La preparación de los principiantes incluye el entrenamiento ellos en las herramientas nuevas (software o hardware).

#### Fase de la evaluación

Esta fase mide la eficacia y eficiencia de la instrucción. La evaluación debe estar presente durante todo proceso de diseño instruccional dentro de las fases, entre las fases, y después de la implementación. La evaluación puede ser Formativa o Sumativa. La evaluación formativa se realiza durante y entre las fases. El propósito de este tipo de evaluación es mejorar la instrucción antes de implementar la versión final. La evaluación sumativa usualmente ocurre después de que la versión final es implementada. Este tipo de evaluación determina la eficacia total de la instrucción. La información de la evaluación sumativa es a menudo usada para tomar decisiones acerca de la instrucción tales como comprar un paquete educativo o continuar con la instrucción.

## **2.4 Coherencia de la estrategia didáctica.**

Las nuevas propuestas de enseñanza buscan promover el aprendizaje significativo gracias a la “reconstrucción o redescubrimiento, por medio de actividades adecuadas, de aquellos conocimientos que se trata de enseñar” (Otero, 1990).

La introducción de recursos tecnológicos como la computadora en la educación debe considerar la revisión de las bases pedagógicas sobre las cuales se apoya el sistema educativo tradicional y más específicamente con la integración de herramientas como los software educativos multimedia que, por sus características busca realzar, enfatizar y alentar al estudiante, a participar y a involucrarse con más libertad y posibilidad de elección, en su propio proceso de enseñanza, en el que tendrá un rol activo específico y no el rol de simple espectador del mismo.

Gracias a las facilidades de este recurso que permiten la interactividad, despierta la participación y permite, a su vez, una adaptación a la forma de aprender del estudiante (Juif, 1990).

Por lo tanto esta reconstrucción permite superar la visión empirista y reduccionista que considera a la metodología científica como un trabajo de laboratorio, confundiéndola muchas veces con simples manipulaciones. Es indiscutible el papel fundamental que juega la actividad y la interacción social en el desarrollo intelectual y en el aprendizaje de las personas, así como también en la producción del conocimiento científico.

Los cambios conceptuales en los individuos, o en las teorías, implican confrontación y discusión de las diferentes alternativas. En donde el papel de guía del docente en el trabajo escolar, entiende lo que va a hacerse y lo que ya ha sucedido, de modo que puede diseñar una estrategia adecuada e impedir el ensayo-error o el uso de las recetas.

Este enfoque de la enseñanza de las Ciencias, plantea dos tipos de actividades que ofrecen ricas oportunidades para desarrollar la iniciativa y la creatividad científica: el trabajo experimental y la resolución de problemas. En una enseñanza por transmisión verbal de conocimientos ya elaborados hay muy pocas oportunidades para realizar verdaderos experimentos: las actividades prácticas sólo ilustran o demuestran un conocimiento presentado como resultado acabado; generalmente se reducen a meras manipulaciones, y no ofrecen oportunidades para elaborar hipótesis ni diseñar acciones que las verifiquen o falsen.

El software educativo trató de realizar un escenario para el aprendizaje, desarrolla la actividad pedagógica en pequeños grupos, dentro de cada equipo los estudiantes intercambian información y trabajan en una tarea hasta que todos sus miembros la han entendido y terminado, aprendiendo a través de la colaboración y de la guía del software.

De acuerdo con Castañeda (2009) "los escenarios de la educación han cambiado y lo que antes era una clase ahora se convierte en un foro abierto al diálogo entre estudiantes y entre estudiantes y profesores, los estudiantes pasivos ahora participan activamente en situaciones interesantes y apegadas a la realidad.

Términos tales como: pasivo, memorización, individual y competitivo, son elementos que no están asociados con aprendizaje colaborativo, pero siempre está presente, la cooperación, responsabilidad, comunicación y evaluación (Johnson y Johnson, 1997).

Es muy importante aclarar que el rol del docente es balancear la exposición de clase con actividades en equipo, si fuera aplicado en el salón de clases, él no es sólo una persona que habla y da información. El profesor es considerado como facilitador o entrenador, un colega o mentor, una guía, la cual el software le brinda la estructura del tema.

Las actividades para realizar aprendizaje requieren mucha preparación, y no se puede improvisar en clase pues se debe seleccionar y diseñar actividades o preguntas que son elementos fundamentales, al igual que orientar a los estudiantes para que utilicen adecuadamente las habilidades de trabajo en pequeños grupos.

Los materiales didácticos, se pueden definir como "el conjunto de medios materiales que intervienen en el acto didáctico, facilitando los procesos de enseñanza y de aprendizaje". Sus fines centrales persiguen facilitar la comunicación entre el docente y el estudiante para favorecer a través de la intuición y el razonamiento un acercamiento comprensivo de las ideas a través de los sentidos. (Eisner, 1992). Estos materiales didácticos constituyen la variable dependiente del proyecto pedagógico y del entorno de aprendizaje que se trate.

La utilización de software educativo como material didáctico, cambia la manera en la cual los profesores estimulan el aprendizaje en sus clases; cambia el tipo de interacción entre alumnos y docentes y por lo tanto cambia el rol y las funciones del profesor.

# *CAPITULO III*

## *DISEÑO DEL SOFTWARE*

### 3.1 Diseño de la Estrategia Didáctica.

La tecnología del software, permite a los alumnos ocupar activamente la mayor parte de sus sentidos en el proceso de aprendizaje. Estos recursos se transforman en mediadores instrumentales (Folegatto, 1997) que permiten al sujeto pasar de la información al conocimiento, y lograr la comprensión plena del fenómeno.

Para el diseño de la estrategia didáctica se realizó un diseño educativo y un diseño interactivo. El primero consistió en organizar toda la estructura del contenido educativo del tema de respiración celular, la cual está formada por las metas educativas, los objetivos de aprendizaje y el prototipo en diapositivas. El segundo permitió determinar los requerimientos para el diseño e interfaz, el mapa de navegación para el recorrido del software y las pantallas de esquema.

Los requerimientos funcionales permitieron ofrecer independencia entre los procesos para que el usuario pueda elegir su camino de navegación, es decir, que éste pueda acceder libremente a la información contenida en el software educativo, dependiendo de los conocimientos previos del área en estudio que posee; igualmente, mostrar un tutorial amigable y atractivo, de manera tal que interactúe con el mismo las veces que así lo considere necesario para captar la información presentada.

Con respecto al diseño educativo, el software educativo fue desarrollado para el tema de Respiración Celular, el cual se basa en el computador bajo una tecnología de multimedia, diseñada para complementar los conocimientos desarrollados y para facilitar el proceso de aprendizaje Individual.

Para el diseño del software educativo del tema de Respiración Celular se realizaron las siguientes fases del modelo ADDIE (Seels y Glasgow, 1990):

#### **Fase I: Análisis**

En esta fase se realizó un estudio que contempló todos los elementos que influyeron en el software educativo, los cuales están referidos al análisis del público, del ambiente, del contenido y del sistema.

##### *a. Análisis del Público*

La población que se tomó en cuenta para la elaboración del software educativo fue de sesenta (60) alumnos inscritos en el tercer semestre del Colegio de Ciencias y Humanidades "Plantel Naucalpan" correspondientes al año escolar 2008-2009.

##### *b. Análisis del Ambiente*

Actualmente, el Colegio de Ciencias y Humanidades carece de herramientas de software educativos que facilitan la labor del docente y el aprendizaje del alumno.

Asimismo, la información que maneja el personal docente en cada una de sus clases está sustentada por diversos autores, es decir, que la información está unificada y es de difícil acceso para el alumno. El software educativo se desarrolló en un ambiente multimedia, en el cual se utilizaron imágenes, audio, video y texto, para crear una interfaz gráfica atractiva y amigable para los usuarios.

#### *c. Análisis del Contenido*

Considerando la jerarquización del contenido programático y en función de los conocimientos que se desea que los estudiantes de la asignatura de Biología de tercer semestre obtengan o fijen de acuerdo con sus necesidades, se organizó de manera estructurada y sintetizada toda la información requerida.

Para ello, una vez analizado el contenido, se realizó una selección de los aspectos más resaltantes del tema en estudio y se estructuraron de manera detallada los objetivos específicos, las estrategias de aprendizaje, los recursos y la evaluación, con el propósito de obtener un diseño instruccional.

#### *d. Análisis del Sistema*

Una vez analizado el público, el ambiente y el contenido programático, se planificó el desarrollo de un software educativo como apoyo a la optimización del proceso de aprendizaje. Para lograr este fin, se realizó un estudio de factibilidad donde se analizaron los requerimientos básicos para el desarrollo del software y se logró establecer que es operacionalmente factible.

## **Fase II: Diseño**

Se realizó un diseño educativo y un diseño interactivo.

#### *Diseño educativo.*

El software educativo desarrollado fue denominado “Respiración Celular”, el cual se basa en el computador bajo una tecnología de multimedia, diseñada para complementar los conocimientos desarrollados en el aula de clases y para facilitar el proceso de aprendizaje. “Respiración Celular” se define operacionalmente como un software educativo donde el usuario navega a través de íconos. Presenta un menú dividido en once procesos; ofrece un contenido didáctico de la clase, en el cual el usuario puede gozar de imágenes y videos representativos para cada proceso. Posee un glosario de términos básicos usados en el contenido de la materia, una evaluación para cada proceso que complementa y sirve de apoyo pedagógico a los alumnos, así como también a los profesores que dictan la asignatura.

### **a) Objetivos del Software Educativo “Respiración Celular”**

#### *Objetivo general*

Proporcionar una herramienta didáctica a los estudiantes del tercer semestre de la asignatura de Biología, para el fortalecimiento de sus conocimientos sobre el tema de Respiración Celular.

#### *Objetivos Específicos*

1. Dotar de una herramienta interactiva que facilite la labor del docente y el aprendizaje del alumno.
2. Unificar la información proporcionada por diversos autores en relación con el contenido programático del tema de Respiración Celular.
3. Brindar una base teórica del tema, para reforzar los conocimientos desarrollados por el docente en el aula de clases.
4. Estimular o motivar a los alumnos a ser autodidactas durante el estudio del tema.
5. Elevar el porcentaje de estudiantes aprobados.

### **b) Diseño de Contenido**

El software sobre Respiración Celular está conformado por la sistematización de la información referente a cada proceso llevado a cabo en la respiración celular.

c. Prototipo en papel. Se presenta la información a través de menús, de íconos y botones que permiten al usuario navegar por todo el software sin mayor dificultad.

### **c) Diseño interactivo.**

Se realizó a través de la construcción de las pantallas, fundamentándose en la determinación de los requerimientos funcionales, el diseño de interfaces amigables, la presentación de las rutas de navegación de los procesos de la respiración celular, así como también se plasmó la distribución de texto, imágenes, animaciones y video de las pantallas.

El uso de este software interactivo ofrece sobre otros métodos de enseñanza, ventajas tales como: participación activa del alumno en la construcción de su propio aprendizaje, interacción entre el alumno y el computador y además permite el desarrollo cognitivo del estudiante.

Parto del hecho de considerar que el conocimiento es un proceso de exploración, construcción individual y social, no un mero fenómeno de transmisión de datos ni de memorización de los mismos iniciando en él, la motivación, las actitudes y el ambiente de grupo, así como otros factores propios de la sociedad, además de la actividad intelectual y la efectiva-motora de cada individuo.

El programa se define operacionalmente como un software educativo donde el usuario navega a través de íconos. Presenta un menú dividido en once módulos (representadas con botones); ofrece un contenido didáctico, en el cual el usuario puede gozar de imágenes y actividades representativas para cada unidad.

El uso de este software interactivo ofrece sobre otros métodos de enseñanza, ventajas tales como: participación activa del usuario en la construcción de su propio aprendizaje, interacción entre el usuario y el computador y además permite el desarrollo cognitivo del individuo.

El diseño de la interfaz, tiene como finalidad mejorar el proceso de aprendizaje a través del computador como recurso instruccional, razón por la cual se muestra una interfaz en la que se da la combinación de sonidos, colores, imágenes, videos, así como cualquier otro elemento que ayude al diseño de las pantallas.

Estos elementos ofrecen a los usuarios un ambiente favorable para la construcción de aprendizajes significativos, además de permitir diferentes grados de interactividad: usuario-computador, estudiante-profesor, usuario - contenido, estudiante-estudiante, estudiante-institución. Este software interactivo ofrece opciones al estudiante como: verdadero y falso, selección. Con las respuestas dadas se produce una retroalimentación inmediata, pues el estudiante contesta y verifica el resultado.

Con este diseño interactivo también se puede desarrollar la creatividad, pues el usuario puede navegar libremente por la estructura de árbol que presenta el software. Esto facilitaría la posibilidad de que el usuario relacione contenidos conforme a sus experiencias previas y construya sus conocimientos.

Posee un glosario de términos básicos usados en el contenido de la materia, una evaluación final, sirve de apoyo pedagógico a los usuarios y así como también al profesor que dicta la asignatura a este tipo de estudiantes. La integración de medios textuales, gráficos, imagen fija o animada y de sonido fueron utilizados para transmitir la información.

El software permite que los documentos tradicionales, que únicamente podían constar de números y letras, puedan verse ahora mejorados con la incorporación de otros medios como imágenes, sonido y video que permiten hacer más comprensible la información.

En sí, integra varias formas de presentar la información: textual, sonora, gráfica que por sí solas utilizan distintos sistemas o canales de tratamiento o emisión, uniéndolas en un solo sistema.

En el software no sólo se distinguen elementos de comunicación, como son el texto, el arte gráfico, el audio, la animación y el video, también se encuentran los llamados elementos de composición, por su gran ayuda para conformar el mensaje.

### 3.2 Descripción del Software Educativo:

El Software del Tema de Respiración Celular, está caracterizado por ser un medio que apoya el proceso enseñanza-aprendizaje, se considera un material didáctico que trata de mejorar la calidad de dicho proceso; sirve como auxiliar didáctico adaptable a las características de los alumnos y las necesidades de los docentes.

Es útil como guía para el desarrollo de los temas objeto de estudio; representa un eficaz recurso que motiva al alumno, despertando su interés ante nuevos conocimientos e imprime un mayor dinamismo a las clases, enriqueciéndolas y elevando así la calidad de la educación.

Descripción del software educativo:

El software consta:

- Definición formal de cada pantalla
- Objetivo
- Eventos
- Diagrama de la pantalla.
- Listado de las características tanto de la pantalla como de cada objeto
- Enlaces con otros elementos de la interfaz.
- Diagrama de flujo de información en la Interfaz.
- Introducción del tema
- Desarrollo del tema
- Resumen
- Conclusiones
- Autoevaluación
- Evaluación
- Referencias bibliográficas.

Pantallas:

Los textos, barras de navegación (íconos), video, sonido y diversidad de elementos que contienen las pantallas del software de Respiración Celular se esbozaron como se observa a continuación:

La primera pantalla de presentación muestra la portada del software, en el centro el tema que define al software y en la parte inferior los escudos de la UNAM, MADEMS, FES IZTACALA (Figura, I).

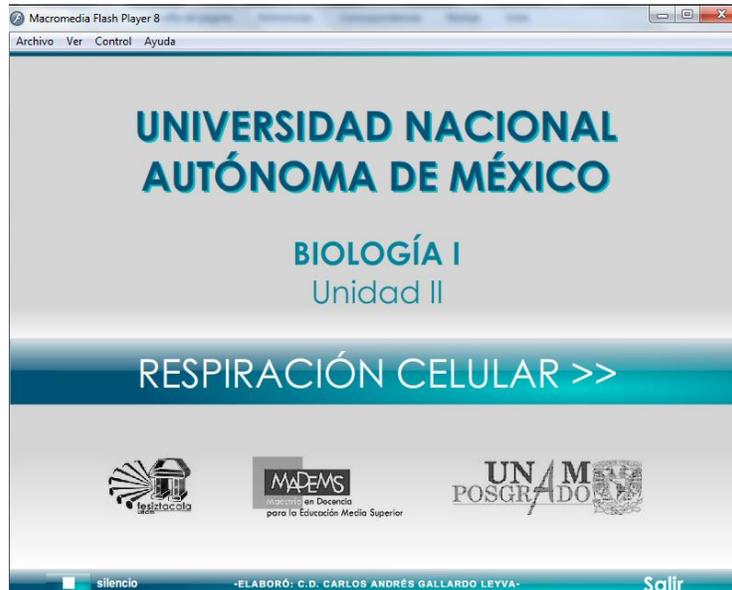


Fig. I Pantalla No.1

En la siguiente pantalla se observa la bienvenida al software. (Figura, II)

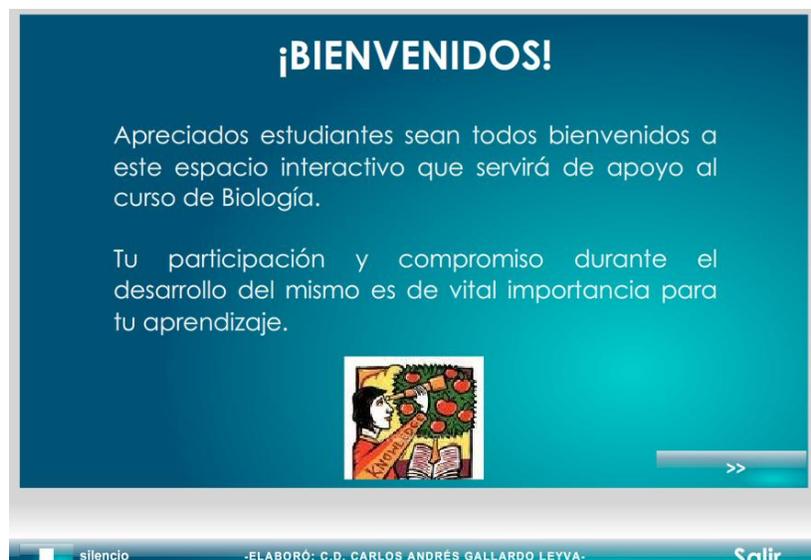


Fig. II Pantalla de Bienvenida.

La tercer pantalla muestra las instrucciones del software, tiene un menú en el cual se pueden revisar los aprendizajes por lograr, las estrategias, la promoción del pensamiento, competencias y actividades previas (Figura III).

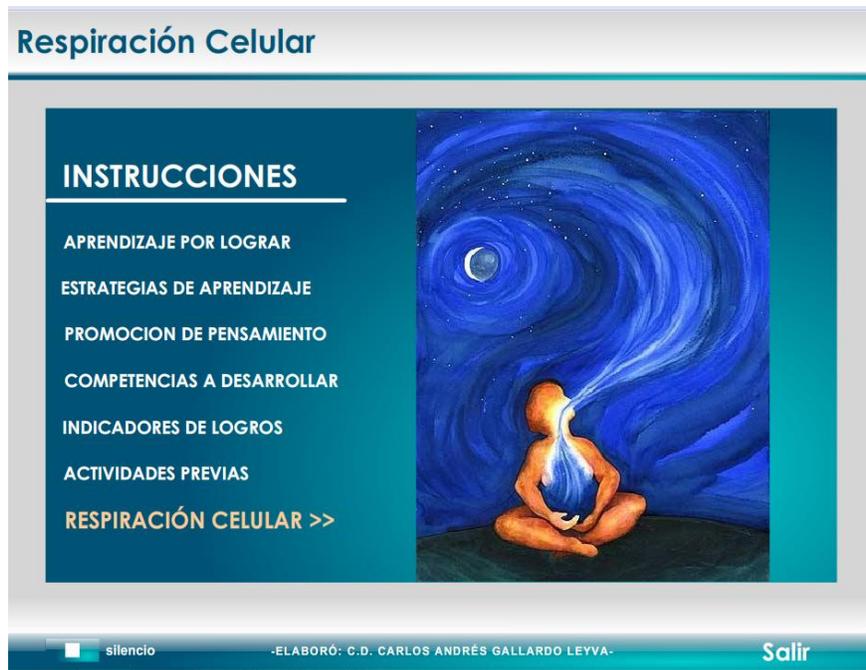


Figura III. Pantalla de Instrucciones.

La siguiente pantalla muestra preguntas detonadoras sobre el tema de respiración celular, además muestra el menú de los procesos de la respiración celular (Fig. IV).



Figura IV. Pantalla de Preguntas.

La pantalla siguiente muestra la introducción al tema de la respiración celular.



Figura V. Pantalla de Introducción.

La siguiente pantalla muestra la organización del software y consta de botones: Inicio, Introducción, Metabolismo, Respiración Celular, Glucólisis, Ciclo de Krebs, Cadena Respiratoria, Resumen, Autoevaluación, Conclusiones, Bibliografía, botones de adelante y atrás (Figura VI).



Fig. VI Organización del Software.

La siguiente pantalla muestra la autoevaluación y en la esquina inferior derecha muestra un botón en el cual se puede bajar e imprimir el archivo (Figura, VII).

**Respiración Celular**

**AUTOEVALUACION:**

Relaciona las etapas de la respiración celular y los procesos que en ellas ocurren con el número correspondiente.

Glucólisis.  
La glucosa se transforma en dos moléculas de ácido pirúvico. Los electrones recogidos por los coenzimas NADH y FADH<sub>2</sub> fluyen a lo largo de la cadena de respiratoria hasta la molécula de O<sub>2</sub>.

Ciclo de Krebs.  
Descarboxilación oxidativa del ácido pirúvico  
Se produce ácido acético en forma de acetil-coenzima A.  
Transporte de electrones  
Conjunto de reacciones en las que el ácido acético es oxidado totalmente para formar dióxido de carbono.  
Tiene lugar en el citosol.  
Conjunto de reacciones en las que el ácido acético es oxidado totalmente para formar dióxido de carbono.

Download PDF

silencio -ELABORÓ: C.D. CARLOS ANDRÉS GALLARDO LEYVA.- Salir

Fig.VII Pantalla Autoevaluación.

La pantalla de la bibliografía se muestra de la siguiente manera:

**Respiración Celular**

**Bibliografía**

Biggs, A., Kapicka, CH., Lundgren, L., (2000) Biología. La dinámica de la vida, McGRAW-HILL Interamericana Editores, S.A. de C.V. México.

Reigosa, M. A. (2003). El metabolismo celular como contenido básico en la enseñanza de la Biología. Un modelo didáctico para superar dificultades. Revista de Educación en Biología, 6(1), 48-52.

Audesirk, T., Audesirk, G. (2008). Biología de la Vida en la Tierra. (8ª Ed.) México.: Pearson.

silencio -ELABORÓ: C.D. CARLOS ANDRÉS GALLARDO LEYVA.- Salir

Fig. VIII Pantalla Bibliografía

### 3.3 DESARROLLO TEMATICO DEL SOFTWARE

El Presente software buscó como objetivos explicar el proceso de la respiración celular y por lo tanto se maneja como:

#### PRIMERA UNIDAD

¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

Obtención de energía a partir de compuestos orgánicos en las células vegetales y animales (catabolismo de la glucosa)

Aprendizajes	Temática
<ul style="list-style-type: none"><li>Comprende que la fermentación y la respiración son procesos que, con distintas rutas metabólicas sirven para la degradación de biomoléculas en los sistemas vivos.</li></ul>	<p>Tema II. Diversidad de los sistemas vivos y metabolismo</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Catabolismo: fermentación y respiración celular.</li></ul>

#### a). Vías del catabolismo

Los organismos autótrofos fijan la energía solar en forma de energía química contenida en los compuestos orgánicos, glucosa en particular. Es también esta energía la que permite la vida de los organismos heterótrofos. La respiración celular y las fermentaciones son las vías catabólicas más corrientes para la obtención de la energía contenida en las sustancias orgánicas. Ambas vías, no obstante, tienen una primera fase común: la glucólisis. (Fig.1)

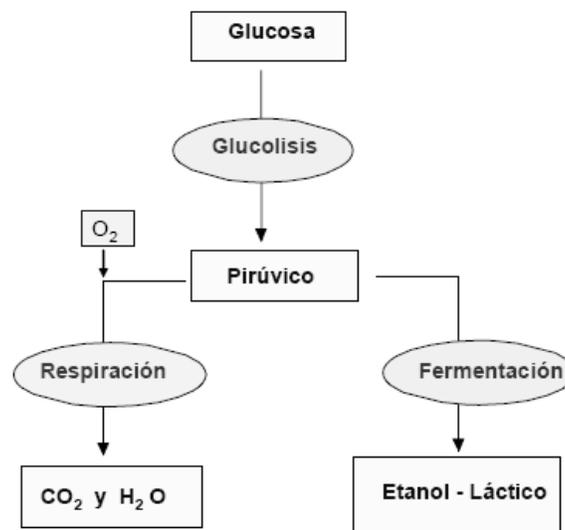


Fig. 1. Ruta Metabólica Glucólisis, (Tomado de recursos.cnice.mec.es. 2008)

## b). El metabolismo: procesos anabólicos y catabólicos

Al observar una célula al microscopio óptico es difícil imaginar que, en algo tan pequeño y aparentemente sencillo, puedan ocurrir tan complejos e intrincados procesos metabólicos como los que hoy conocemos. Sin duda, las células son los laboratorios más sofisticados que existen.

Para que las diferentes rutas metabólicas operen en armonía, es imprescindible un control riguroso mediante diferentes enzimas específicas, y que las distintas rutas ocurran, en muchos casos, en compartimentos celulares separados (orgánulos celulares). Todos los procesos metabólicos se pueden clasificar en dos tipos: procesos anabólicos, o de síntesis, y procesos catabólicos, o de degradación. Se puede decir que el anabolismo se inicia con la síntesis de los primeros compuestos orgánicos a partir de sustancias inorgánicas, mediante la fotosíntesis o la quimiosíntesis. Esos primeros pasos anabólicos sólo los pueden realizar los organismos autótrofos. Luego, a partir de moléculas orgánicas simples, se formarán, mediante diferentes rutas anabólicas, todos los componentes orgánicos de los seres vivos.

El catabolismo se puede iniciar con la descomposición de muy diferentes sustancias orgánicas, pero, al final, la mayoría de las rutas catabólicas confluyen en la respiración celular, a través de la cual los compuestos orgánicos se terminan por degradar en sustancias inorgánicas. Naturalmente, muchas de las reacciones químicas, tanto anabólicas como catabólicas, implican transformaciones energéticas, y los procesos que liberan energía (en general los catabólicos) se acoplan a los que la consumen (en general los anabólicos).

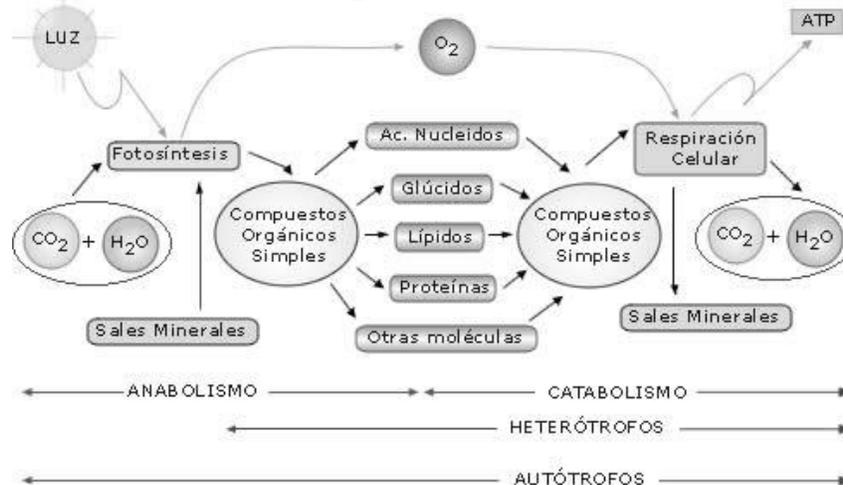


Figura 2: Esquema simplificado de los principales procesos anabólicos y catabólicos realizados por los organismos autótrofos y heterótrofos. (Tomado de [www.bolivar.udo.edu.ve](http://www.bolivar.udo.edu.ve), 2007)

### c) Esquema general del catabolismo

En el curso de los procesos catabólicos las moléculas orgánicas se van degradando, paso a paso, hasta formar otras moléculas más simples y, finalmente, sustancias inorgánicas. Globalmente son procesos de oxidación en los que las moléculas orgánicas van perdiendo electrones que, al pasar por una cadena transportadora (en la respiración aerobia), serán captados por una molécula aceptora de electrones final. En esos procesos la energía liberada permite la formación de moléculas de ATP. Según quien sea el aceptor final de electrones se pueden diferenciar dos modalidades:

- **Fermentación.** El aceptor final de electrones es un compuesto orgánico, por lo que se trata de una oxidación incompleta y un proceso anaerobio.
- **Respiración celular.** El aceptor final de electrones es una sustancia inorgánica. Si es el  $O_2$ , se trata de una respiración aerobia que realizan la mayoría de los organismos; si es otro compuesto inorgánico ( $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $CO_2$ ), se trata de una respiración anaerobia, exclusiva de ciertos microorganismos.

Los procesos catabólicos se pueden iniciar a partir de varios sustratos orgánicos, especialmente glúcidos, lípidos y proteínas. En cualquier caso, al final, las diferentes rutas metabólicas de la respiración celular confluyen en el ciclo de Krebs, y los electrones liberados en el proceso pasan a la cadena respiratoria para formar ATP por fosforilación oxidativa. Una variante a este esquema general es el desvío o la ruta alternativa de las fermentaciones. Fig. 3

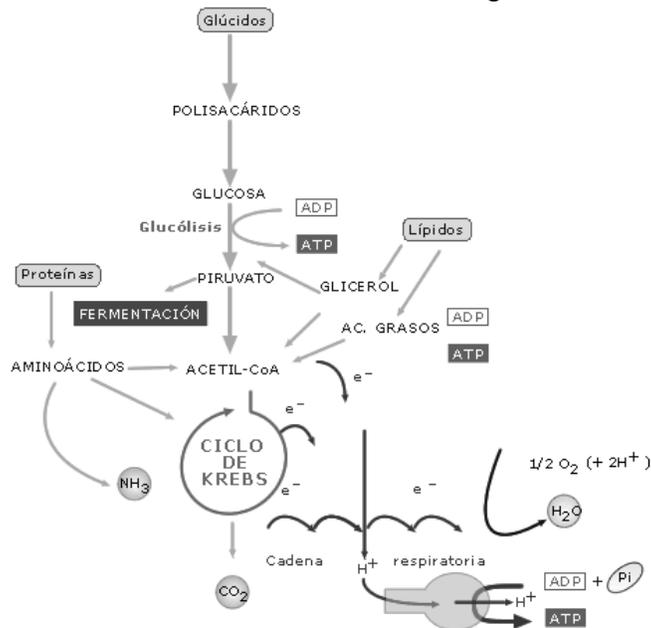


Fig. 3 Ruta metabólica de la glucosa (Tomado de recursos.cnice.mec. 2008)

## b) Glucólisis

La definiremos como el conjunto de reacciones que degradan la glucosa (C6) transformándola en dos moléculas de ácido pirúvico (PYR) (C3). Estas reacciones se realizan en el hialoplasma de la célula. Es un proceso anaerobio, que no necesita oxígeno, y en el que por cada molécula de glucosa (GLU) se obtienen 2ATP y 2NADH+ H<sup>+</sup>. Fig. 4. Consta de las siguientes reacciones:

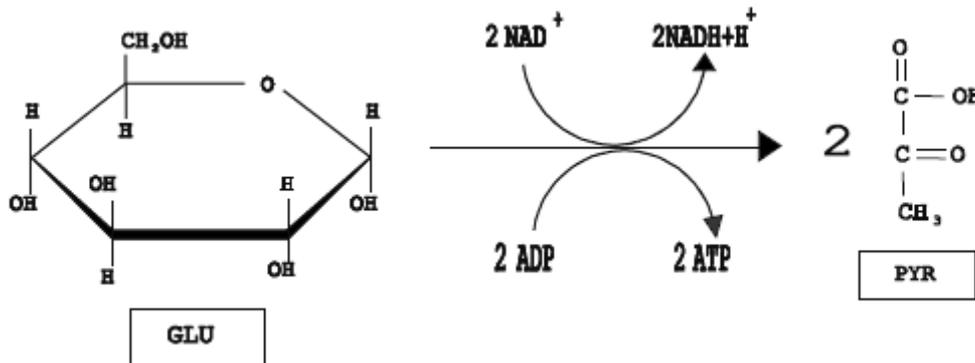
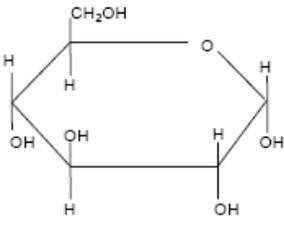
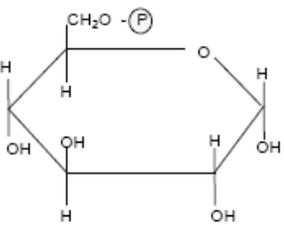
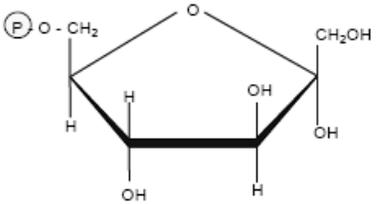
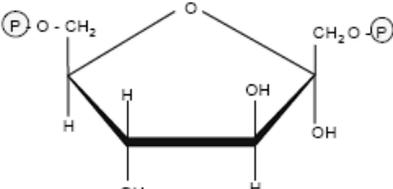
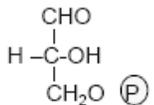
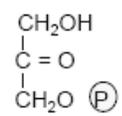
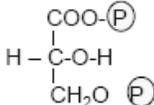
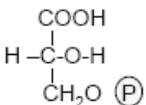
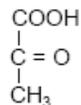
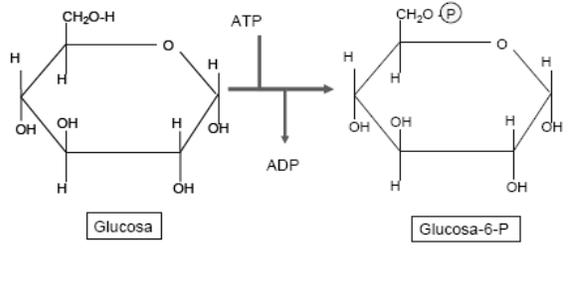
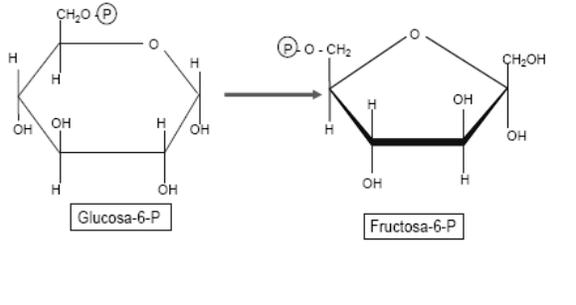
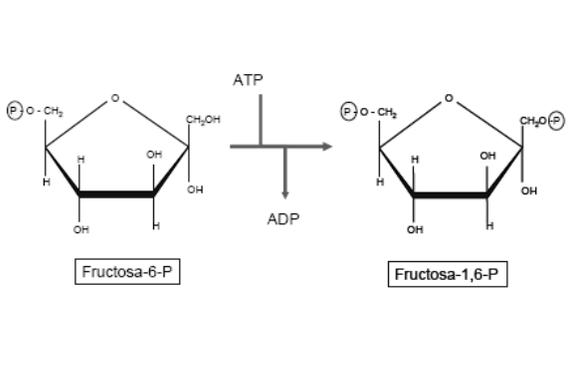
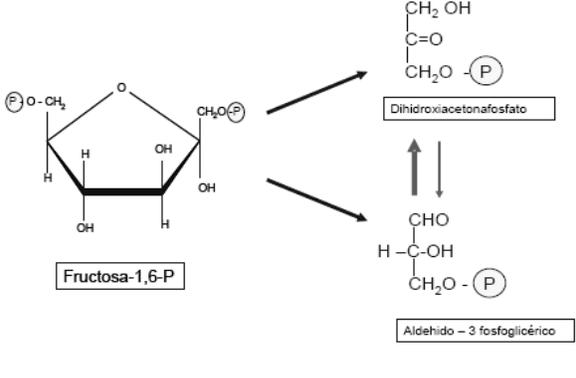
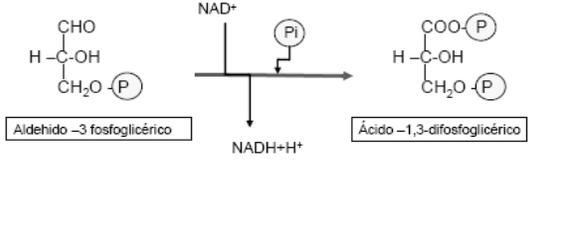
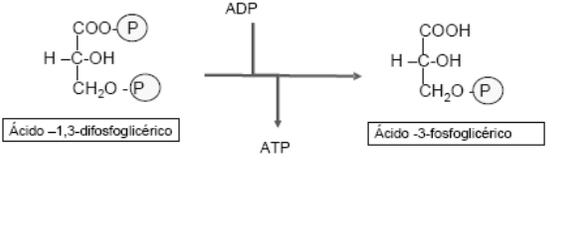
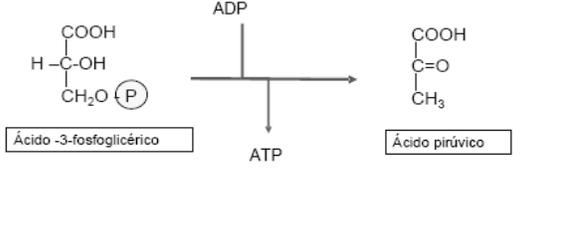


Fig. 4 Ecuación global de la glucólisis ([www.biologia.edu.ar](http://www.biologia.edu.ar))

- Fosforilación de la glucosa por el ATP, formándose glucosa-6-fosfato.
- La glucosa-6-fosfato (G-6-P) se isomeriza a fructosa-6-fosfato (F-6-P).
- Nueva fosforilación por el ATP de la fructosa-6-fosfato (F-6-P) que pasa a fructosa 1,6-difosfato (F-1,6-P).
- Rotura de la molécula de F-1,6-P en dos moléculas: el aldehído-3-fosfoglicérico (PGAL) y la dihidroxiacetona fosfato (DHA). Ambas sustancias son isómeras y se transforman espontáneamente una en otra (el equilibrio se alcanza cuando hay un 95% de DHA y un 5% PGAL). Es de destacar que, hasta ahora, no sólo no se ha producido energía, sino que, incluso, se han consumido dos moléculas de ATP.
- El aldehído-3-fosfoglicérico (PGAL) se oxida por el NAD<sup>+</sup>; al mismo tiempo se produce una fosforilación en la que interviene el fosfato inorgánico (H-P), formándose ácido 1,3-difosfoglicérico (1,3-DPGA). Cada molécula de glucosa (GLU) dará dos moléculas de 1,3-DPGA y dos de NADH + H<sup>+</sup>.
- Fosforilación del ADP por el 1,3-DPGA, formándose ATP y ácido 3-fosfoglicérico (3-PGA). Es el primer ATP formado; dos, si tenemos en cuenta la rotura de la cadena carbonada de la glucosa en dos cadenas de tres átomos de carbono. Hasta este momento el balance energético es nulo: dos ATP consumidos, dos obtenidos.
- El ácido 3-fosfoglicérico (3-PGA) se transforma en ácido pirúvico (PYR), sintetizándose una nueva molécula de ATP (dos por cada molécula de glucosa).

 <p style="text-align: center;">Glucosa (GLU)</p>	 <p style="text-align: center;">Glucosa 6 fosfato (G6P)</p>	 <p style="text-align: center;">Fructosa 6 fosfato (F6P)</p>
 <p style="text-align: center;">Fructosa 1, 6 difosfato (F1,6P)</p>	 <p style="text-align: center;">Aldehido 3 fosfoglicérico (PGAL)</p>	 <p style="text-align: center;">Dihidroxiacetona fosfato (DHA)</p>
 <p style="text-align: center;">Ácido 1,3 difosfoglicérico (1,3DPGA)</p>	 <p style="text-align: center;">Ácido 3 fosfoglicérico (3PGA)</p>	 <p style="text-align: center;">Ácido Pirúvico (PYR)</p>

*Fig 5. Compuestos intermediarios de la glucólisis.  
(Tomado de [www.biologia.edu.ar](http://www.biologia.edu.ar))*

 <p style="text-align: center;">Glucosa <span style="margin-left: 150px;">Glucosa-6-P</span></p>	 <p style="text-align: center;">Glucosa-6-P <span style="margin-left: 100px;">Fructosa-6-P</span></p>
<p>1) Fosforilación de la glucosa (GLU) por el ATP, formándose glucosa-6-fosfato (G-6-P).</p>	<p>2) La glucosa-6-fosfato (G-6-P) se isomeriza a fructosa-6-fosfato (F-6-P).</p>
 <p style="text-align: center;">Fructosa-6-P <span style="margin-left: 150px;">Fructosa-1,6-P</span></p>	 <p style="text-align: center;">Fructosa-1,6-P <span style="margin-left: 100px;">Dihidroxiacetona-fosfato</span> <span style="margin-left: 100px;">Aldehído-3-fosfoglicérico</span></p>
<p>3) Nueva fosforilación por el ATP de la fructosa-6-fosfato (F-6-P) que pasa a fructosa 1,6-difosfato (F-1,6-P).</p>	<p>4) La fructosa 1,6 difosfato se rompe para dar lugar al aldehído 3 fosfoglicérico y la dihidroxiacetona-fosfato.</p>
 <p style="text-align: center;">Aldehído-3-fosfoglicérico <span style="margin-left: 150px;">Ácido-1,3-difosfoglicérico</span></p>	 <p style="text-align: center;">Ácido-1,3-difosfoglicérico <span style="margin-left: 100px;">Ácido-3-fosfoglicérico</span></p>
<p>5) El aldehído 3 fosfoglicérico se oxida por el NAD+ y se fosforila por el ácido fosfórico para dar el ácido1,3 difosfoglicérico.</p>	<p>6) El ácido1,3 difosfoglicérico reacciona con el ADP para dar ATP y ácido 3-fosfoglicérico.</p>
 <p style="text-align: center;">Ácido-3-fosfoglicérico <span style="margin-left: 150px;">Ácido pirúvico</span></p>	
<p>7) El ácido3 fosfoglicérico reacciona con el ADP para dar ATP y ácido pirúvico.</p>	

*Fig. 6 Descripción de la glucólisis  
(Tomado de [www.biologia.edu.ar](http://www.biologia.edu.ar) 2007)*

### ***Características y significado biológico de la glucólisis***

- Se realiza tanto en procariotas como en eucariotas.
- En los eucariotas se realiza en el hialoplasma.
- Se trata de una degradación parcial de la glucosa.
- Es un proceso anaerobio que permite la obtención de energía.
- La cantidad de energía obtenida por mol de glucosa es de (2 ATP).
- La glucólisis fue, probablemente, uno de los primeros mecanismos para la obtención de energía.

### **e) Vías del catabolismo del pirúvico**

Para evitar que la glucólisis se detenga por un exceso de ácido pirúvico (PYR) y  $\text{NADH} + \text{H}^+$  o por falta de  $\text{NAD}^+$ , se necesitan otras vías que eliminen los productos obtenidos y recuperen los substratos imprescindibles. Esto va a poder realizarse de dos maneras:

- **Respiración aerobia** (catabolismo aerobio). Cuando hay oxígeno, el pirúvico es degradado completamente obteniéndose dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). El  $\text{NADH} + \text{H}^+$  y otras coenzimas reductoras obtenidas son oxidadas y los electrones transportados hacia el oxígeno ( $\text{O}_2$ ), recuperándose el  $\text{NAD}^+$  y obteniéndose  $\text{H}_2\text{O}$ . Este proceso se realiza en los eucariotas en las mitocondrias.
- **Fermentación** (Catabolismo anaeróbico). Cuando no hay oxígeno el ácido pirúvico se transforma de diferentes maneras sin degradarse por completo a  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ . Este proceso tiene como objetivo la recuperación del  $\text{NAD}^+$ . En los eucariotas se realiza en el hialoplasma.

## f) El catabolismo aeróbico - (respiración aerobia)

### 1. Mitocondrias

Las mitocondrias son orgánulos citoplasmáticos provistos de doble membrana que se encuentran en la mayoría de las células eucariotas. Su tamaño varía entre 0,5–10 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) de diámetro. Las mitocondrias se describen en ocasiones como "generadoras de energía" de las células, debido a que producen la mayor parte del suministro de adenosín trifosfato (ATP), que se utiliza como fuente de energía química. Además de proporcionar energía a la célula, las mitocondrias están implicadas en otros procesos, como la señalización celular, diferenciación celular, muerte celular programada, así como el control del ciclo celular y el crecimiento celular. **Aspecto:** Son orgánulos muy pequeños, difíciles de observar al microscopio óptico, al que aparecen como palitos o bastoncitos alargados. Son orgánulos permanentes de la célula y se forman a partir de otras mitocondrias preexistentes, figura 7,8,9.

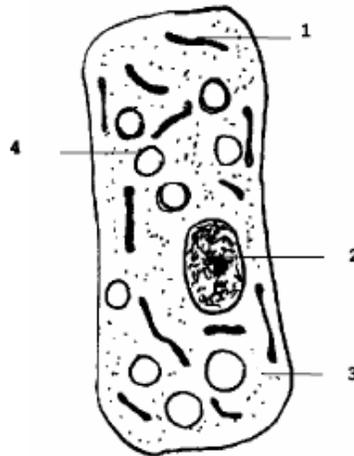


Fig. 7 Esquema de una célula vista al microscopio óptico. 1) Mitocondria; 2) núcleo; 3) citoplasma; 4 vacuolas. (Tomado de [www.biologia.edu.ar](http://www.biologia.edu.ar) 2008)

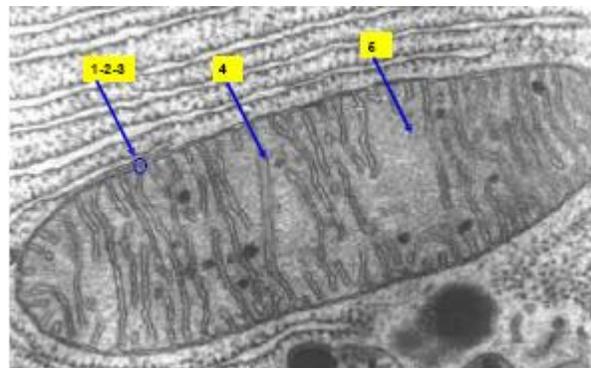


Fig. 8 Mitocondria vista al microscopio electrónico. 1-2-3) membrana externa, espacio intermembrana y membrana interna; 4) cresta; 5) matriz. (Tomado de [www.cnho.wordpress.com](http://www.cnho.wordpress.com) 2006)



Fig. 9 Esquema de la ultraestructura de una célula animal: 1) nucléolo; 2) mitocondria; 3) retículo endoplasmático granular; 4) aparato de Golgi; 5) núcleo/cromatina; 6) poro de la envoltura nuclear; 7) membrana plasmática. (Tomado de [www.cnho.wordpress.com](http://www.cnho.wordpress.com) 2006)

**Forma y número.** El número de mitocondrias en una célula puede llegar a ser muy elevado (hasta 2000). Normalmente suelen tener forma elíptica, aunque también pueden ser filamentosas u ovoides. Sus dimensiones son muy pequeñas (1 a 7  $\mu\text{m}$  de longitud por 0.5  $\mu\text{m}$  de diámetro). Su forma y tamaño dependen mucho de las condiciones fisiológicas de la célula.

**Ultraestructura.** Es muy similar en todas las mitocondrias, independientemente de su forma o tamaño. Generalmente se observa la presencia de una **membrana externa** y una **membrana interna**, ambas similares a las demás membranas de la célula. La membrana interna se prolonga hacia el interior en una especie de láminas llamadas **crestas mitocondriales**. Entre ambas membranas hay un espacio llamado **espacio intermembrana** (de unos 100 Å). Dentro de la mitocondria, entre las crestas, está la **matriz mitocondrial**. Fig. 10.

Las proteínas de la membrana interna y las de las crestas son muy importantes, ya que algunas son las responsables de los procesos respiratorios. El interior de la matriz mitocondrial es una solución de proteínas, lípidos, ARN, ADN y ribosomas (mitorribosomas). Es de destacar que el ADN mitocondrial es similar al ADN de los procariontes. Esto es, está formado por una doble cadena de ADN circular asociada a proteínas diferentes de las que se encuentran en los eucariotas.

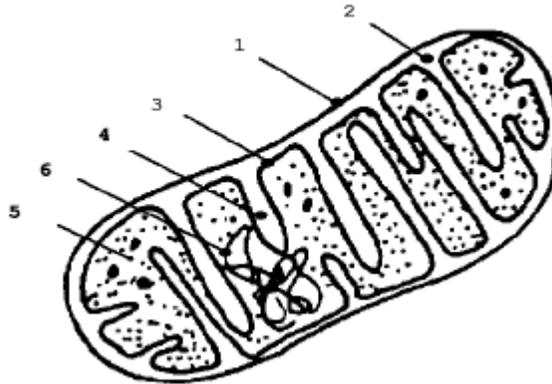


Fig. 10. Ultraestructura de la mitocondria. 1) Membrana externa, 2) Espacio intermembrana. 3) Membrana interna. 4) Crestas. 5) Matriz. 6) ADN.  
(Tomado de [www.mda.org](http://www.mda.org) 2001)

Las mitocondrias, igual que los plastos, tienen una estructura similar a los organismos procarióticos. Según la "**Teoría endosimbiótica**" serían organismos procariotas que han establecido una simbiosis con las células eucarióticas a las que proporcionarían energía a partir de sustancias orgánicas.

#### g) Descarboxilación oxidativa del ácido pirúvico

En condiciones aeróbicas el **ácido pirúvico (PYR)** obtenido en la glucólisis y en otros procesos catabólicos atraviesa la membrana de la mitocondria y en la matriz mitocondrial va a sufrir un proceso químico. Tiene dos vertientes:

- Descarboxilación. El **ácido pirúvico (PYR)** va a perder el grupo **CO<sub>2</sub>** correspondiente al primer carbono, el carbono que tiene la función ácido. Fig. 11.
- Oxidación. Al perderse el primer carbono, el segundo pasa de tener un grupo cetona a tener un grupo aldehído. Este grupo se oxidará a grupo ácido (**ácido acético**) por acción del **NAD<sup>+</sup>**. En el proceso interviene una sustancia, la **coenzima-A (HS-CoA)** que se unirá al **ácido acético** para dar **acetil-coenzima A (ACA)**. Fig. 12.

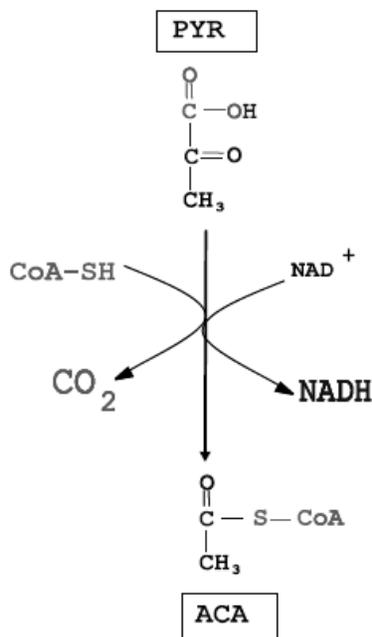


Fig. 11. Descarboxilación oxidativa del pirúvico.  
(Tomado de [www.biologia.edu.ar](http://www.biologia.edu.ar) 2008)

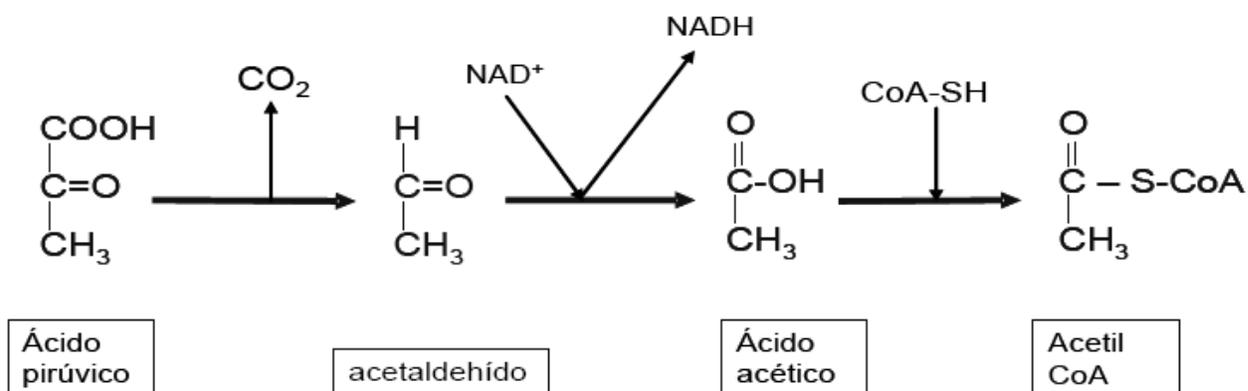


Fig. 12 La descarboxilación oxidativa del ácido pirúvico (mecanismo).  
(Tomado de [www.biologia.edu.ar](http://www.biologia.edu.ar) 2008)

Como vemos, se van a formar **2** nuevas moléculas de **NADH + H<sup>+</sup>** por cada molécula de **glucosa (GLU)** y, al mismo tiempo, se originan las primeras 2 moléculas de **CO<sub>2</sub>**.

## h) El ciclo del citrato (cítrico) o ciclo de krebs

**Hans Krebs** (1938) figura 13, denominó **ciclo del ácido cítrico**. Hoy se conoce también como **ciclo de Krebs**, a la ruta metabólica a través de la cual el ácido acético unido a la coenzima-A va a completar su oxidación en la matriz mitocondrial.



Fig. 13 Hans Krebs (Alemania -1900-1981).  
(Tomado de [www.fisicanet.com.ar](http://www.fisicanet.com.ar), 2006)

Este ciclo, no sólo va a ser la última etapa de la degradación de los azúcares, otros compuestos orgánicos (los ácidos grasos y determinados aminoácidos) van a ser también degradados a **acetil-CoA (ACA)** e integrados en el **ciclo de Krebs**. El **ciclo de Krebs** es, por lo tanto, la vía fundamental para la degradación de la mayoría de los compuestos orgánicos y para la obtención coenzimas reductoras. Es la vía más importante para el **catabolismo** de las sustancias orgánicas.

### 1. Incorporación de otras sustancias al ciclo de Krebs

Al ciclo de Krebs van a incorporarse, además de las sustancias resultantes del catabolismo de los glúcidos, otras que provienen del catabolismo de otras las sustancias orgánicas. Así, por ejemplo, los ácidos grasos se degradan en las mitocondrias transformándose en acetil-CoA. Este proceso se realiza en la matriz mitocondrial y recibe el nombre de  **$\beta$ -oxidación**. Fig. 14.

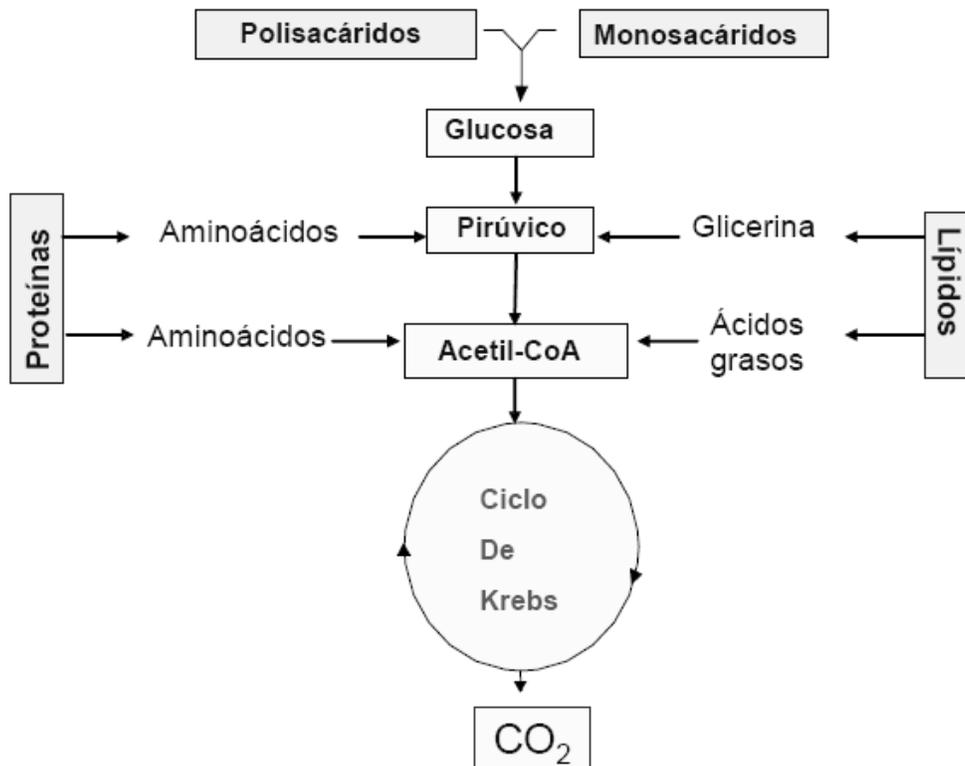


Fig. 14. Vías metabólicas que desembocan en el ciclo de Krebs.  
(Tomado de [www.fisicanet.com.ar](http://www.fisicanet.com.ar), 2006)

## 2. Mecanismo del ciclo de Krebs

El **ciclo de Krebs**, como todo proceso cíclico, no tiene más principio o fin que el que nosotros queramos ponerle. Es alimentado continuamente en sustratos y continuamente genera productos. Las sustancias intermediarias se recuperan para ser de nuevo integradas en él. Como una rueda girando sin fin, sólo se detendrá si faltan los sustratos o si, por exceso de productos, se inhiben las enzimas que participan en él.

Las diferentes reacciones que se producen en este proceso son:

- Condensación de la **acetil-CoA (ACA)** con el **ácido oxalacético (OXA)** para formar el **ácido cítrico (CIT)**. En este proceso se recupera la **CoA-SH**.
- Transformación del **ácido cítrico (CIT)** en su isómero, el **ácido isocítrico (ISO)**.
- Descarboxilación oxidativa del **ácido isocítrico (ISO)** que se transforma en  **$\alpha$ -cetoglutarico ( $\alpha$ -KG)** con la formación de **CO<sub>2</sub>** y **NADH + H<sup>+</sup>**.

- Descarboxilación oxidativa del **ácido  $\alpha$ -cetoglutarico ( $\alpha$ -KG)** formándose  **$\text{CO}_2$** ,  **$\text{NADH} + \text{H}^+$**  y **1 GTP (ATP)**. El  **$\alpha$ -cetoglutarico ( $\alpha$ -KG)** se transforma en **ácido succínico (SUC)**.

La degradación del  **$\text{CH}_3\text{-CO-CoA (ACA)}$**  con la formación de 2 moléculas de  **$\text{CO}_2$** , cuatro por cada molécula de glucosa. Tenemos ya las 6 moléculas de  **$\text{CO}_2$**  que puede originar la glucosa. Las reacciones que vienen a continuación van a servir para recuperar el **ácido oxalacético (OXA)**.

- Oxidación del **ácido succínico (SUC)** a **ácido fumárico (FUM)**. Esta oxidación se realiza por la formación de un doble enlace. Los electrones son transferidos al **FAD** que pasa a  **$\text{FADH}_2$** .

- Adición de agua al doble enlace formándose el **ácido málico (MAL)**.

- Oxidación por el  **$\text{NAD}^+$**  del alcohol del ácido málico, que se transforma en el **ácido oxalacético (OXA)**, completándose el ciclo. La cantidad de **ATP** obtenida en la Glucólisis y en el Ciclo de Krebs es más bien escasa. Por el contrario, se van a obtener grandes cantidades de coenzimas reducidas:  **$\text{NADH} + \text{H}^+$**  y  **$\text{FADH}_2$**  que serán oxidadas en la cadena respiratoria, en las figuras 15,16, 17 se trata de ilustrar el ciclo de Krebs.

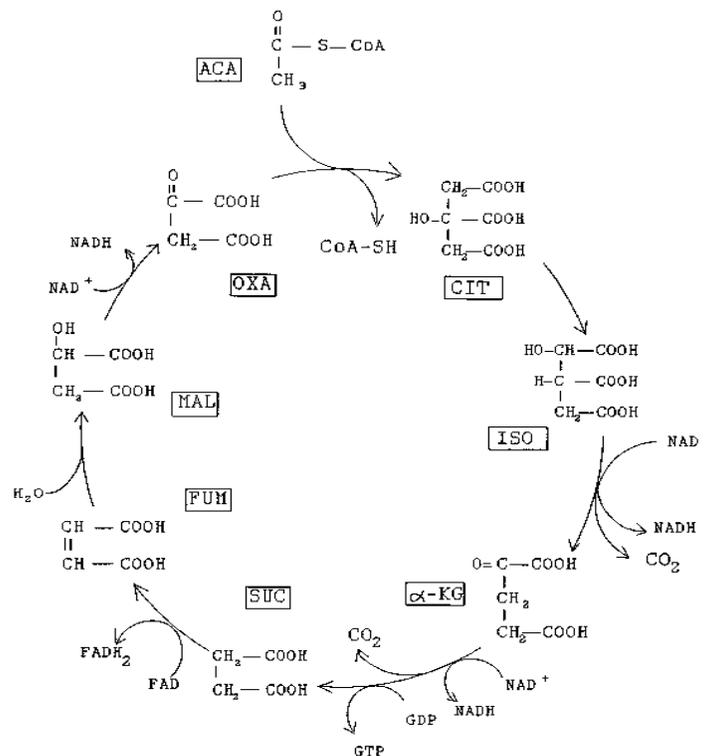


Fig. 15. El ciclo de Krebs o del ácido cítrico (Tomado de [www.biologia.edu.ar](http://www.biologia.edu.ar) 2008)

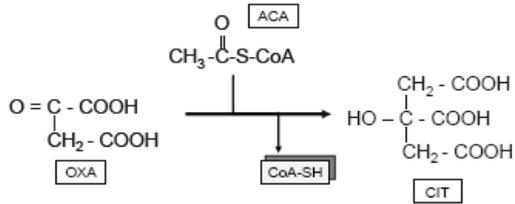
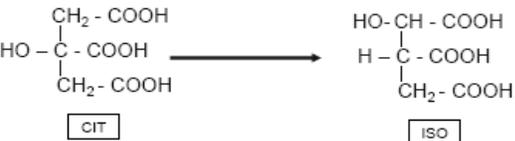
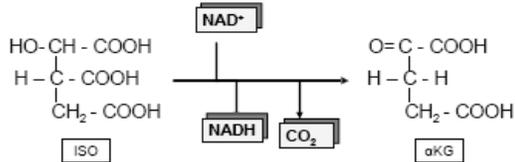
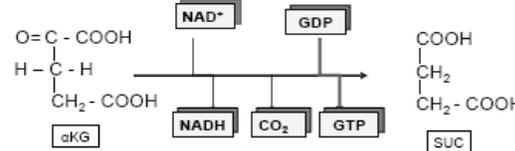
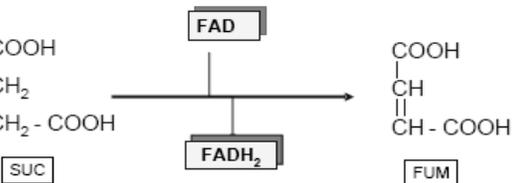
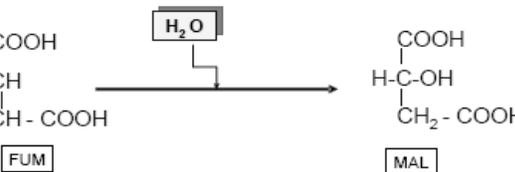
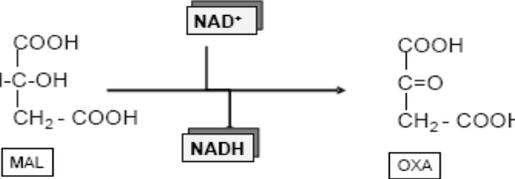
 <p> <math display="block">\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}=\text{C}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \text{OXA} \end{array} + \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{S-CoA} \\ \text{ACA} \end{array} \xrightarrow{\text{CoA-SH}} \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{COOH} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \text{CIT} \end{array}</math> </p>	 <p> <math display="block">\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{COOH} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \text{CIT} \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{HO}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \text{ISO} \end{array}</math> </p>
<p>1) Condensación de la acetil-CoA (ACA) con el ácido oxalacético (OXA) para formar el ácido cítrico (CIT). En este proceso se recupera la CoA-SH.</p>	<p>2) Transformación del ácido cítrico (CIT) en su isómero, el ácido isocítrico (ISO).</p>
 <p> <math display="block">\begin{array}{c} \text{HO}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \text{ISO} \end{array} \xrightarrow{\text{NAD}^+} \begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{COOH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \alpha\text{KG} \end{array} + \text{NADH} + \text{CO}_2</math> </p>	 <p> <math display="block">\begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{COOH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \alpha\text{KG} \end{array} \xrightarrow{\text{NAD}^+} \begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \text{SUC} \end{array} + \text{NADH} + \text{CO}_2 + \text{GTP} - \text{GDP}</math> </p>
<p>3) Descarboxilación oxidativa del ácido isocítrico (ISO) que se transforma en <math>\alpha</math>-cetoglutarico (<math>\alpha</math>-KG) con la formación de <math>\text{CO}_2</math> y NADH.</p>	<p>4) Descarboxilación oxidativa del ácido <math>\alpha</math>-cetoglutarico (<math>\alpha</math>-KG) formándose <math>\text{CO}_2</math>, <math>\text{NADH}+\text{H}^+</math> y 1 GTP (ATP). El <math>\alpha</math>-cetoglutarico (<math>\alpha</math>-KG) se transforma en ácido succínico (SUC).</p>
 <p> <math display="block">\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \text{SUC} \end{array} \xrightarrow{\text{FAD}} \begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{CH} \\    \\ \text{CH}-\text{COOH} \\ \text{FUM} \end{array} + \text{FADH}_2</math> </p>	 <p> <math display="block">\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{CH} \\    \\ \text{CH}-\text{COOH} \\ \text{FUM} \end{array} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \text{MAL} \end{array}</math> </p>
<p>5) Oxidación del ácido succínico (SUC) a ácido fumárico (FUM). Esta oxidación se realiza por la formación de un doble enlace. Los electrones son transferidos al FAD que pasa a <math>\text{FADH}_2</math>.</p>	<p>6) Adición de agua al doble enlace formándose el ácido málico (MAL).</p>
 <p> <math display="block">\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \text{MAL} \end{array} \xrightarrow{\text{NAD}^+} \begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \text{OXA} \end{array} + \text{NADH}</math> </p>	
<p>7) Oxidación por el <math>\text{NAD}^+</math> del alcohol del ácido málico, que se transforma en el ácido oxalacético (OXA), completándose el ciclo.</p>	

Fig. 16. Descripción del ciclo de krebs o del cítrico.  
(Tomado de [www.fisicanet.com.ar](http://www.fisicanet.com.ar), 2006)

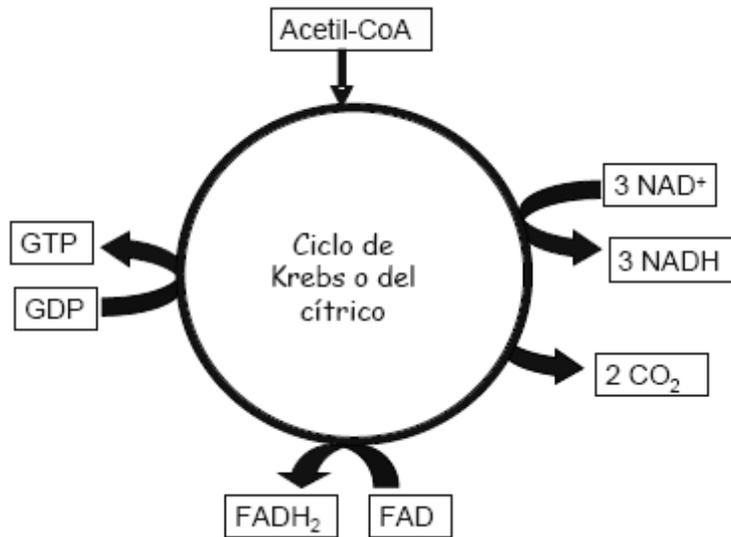


Fig. 17. Balance del ciclo de Krebs  
(Tomado de [www.fisicanet.com.ar](http://www.fisicanet.com.ar), 2006)

### i) La cadena respiratoria. Concepto y objetivos

**Concepto:** Consiste en un transporte de electrones desde las coenzimas reducidas, **NADH + H<sup>+</sup>** o **FADH<sub>2</sub>**, hasta el oxígeno. Este transporte se realiza en la membrana de las crestas mitocondriales.

**Objetivos:** Es en este proceso donde se obtendrá la mayor parte de la energía contenida en la glucosa y otros compuestos orgánicos, que será almacenada en forma de **ATP**. Al mismo tiempo se recuperarán las coenzimas transportadoras de electrones en su forma oxidada, lo que permitirá la oxidación de nuevas moléculas de glucosa y de otras sustancias orgánicas. Como producto de desecho se obtendrá agua. Figura 18.

#### 1. Estructura de la membrana de las crestas mitocondriales

Las crestas mitocondriales tienen la estructura de toda membrana biológica. Empotradas en la doble capa lipídica se encuentran diferentes sustancias transportadoras de electrones. Estas están asociadas formando tres grandes complejos:

- Complejo I (NADH deshidrogenasa).
- Complejo II (Citocromo bc1).
- Complejo III (Citocromo oxidasa).

Existen, además, otros transportadores: la coenzima Q (Co-Q), el citocromo c (cit c) y la enzima ATP sintetasa.

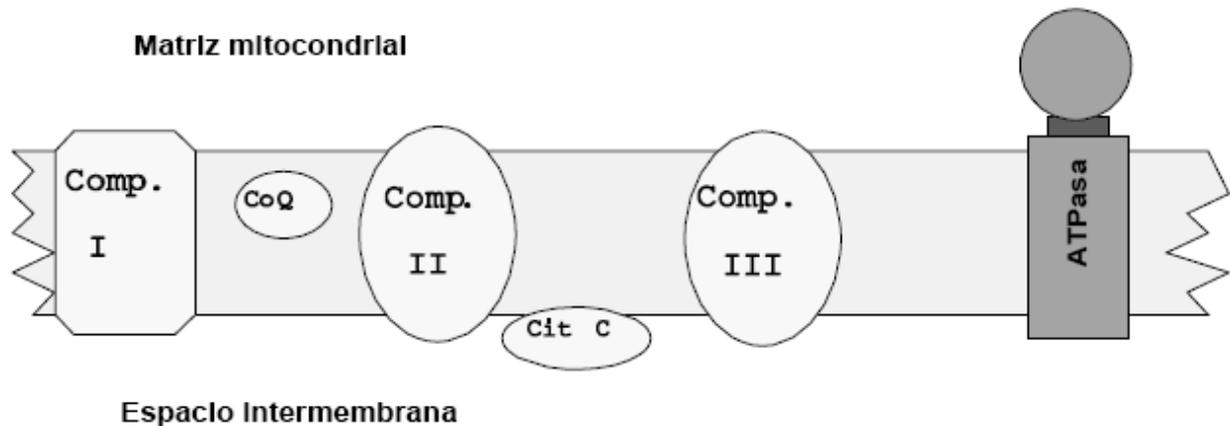


Fig. 18 Componentes de la membrana de las crestas mitocondriales.  
(Tomado de [www.biozoot.iespana.es/carbohidratos.htm](http://www.biozoot.iespana.es/carbohidratos.htm) 2006)

## 2. La cadena respiratoria:

En la membrana de las crestas mitocondriales se va a realizar un transporte de electrones desde el NADH o el  $\text{FADH}_2$  hasta el oxígeno, tal y como se indica en la figura. Este transporte de electrones va a generar un transporte de protones por parte de los complejos I, II y III desde la matriz hacia el espacio intermembrana. Cada complejo será capaz de bombear dos protones. Fig. 19.

La salida de estos protones a través de las ATPasas servirá para sintetizar ATP, 1 ATP por cada dos protones, de forma similar a como sucedía en los cloroplastos.

El NADH es capaz de reducir al Complejo I por lo que se obtendrán 3ATP por cada molécula de NADH. El  $\text{FADH}_2$  no puede reducir al complejo I y cede sus dos electrones a la Co-Q (coenzima Q). Esta es la razón por la que el  $\text{FADH}_2$  sólo genera 2 ATP.

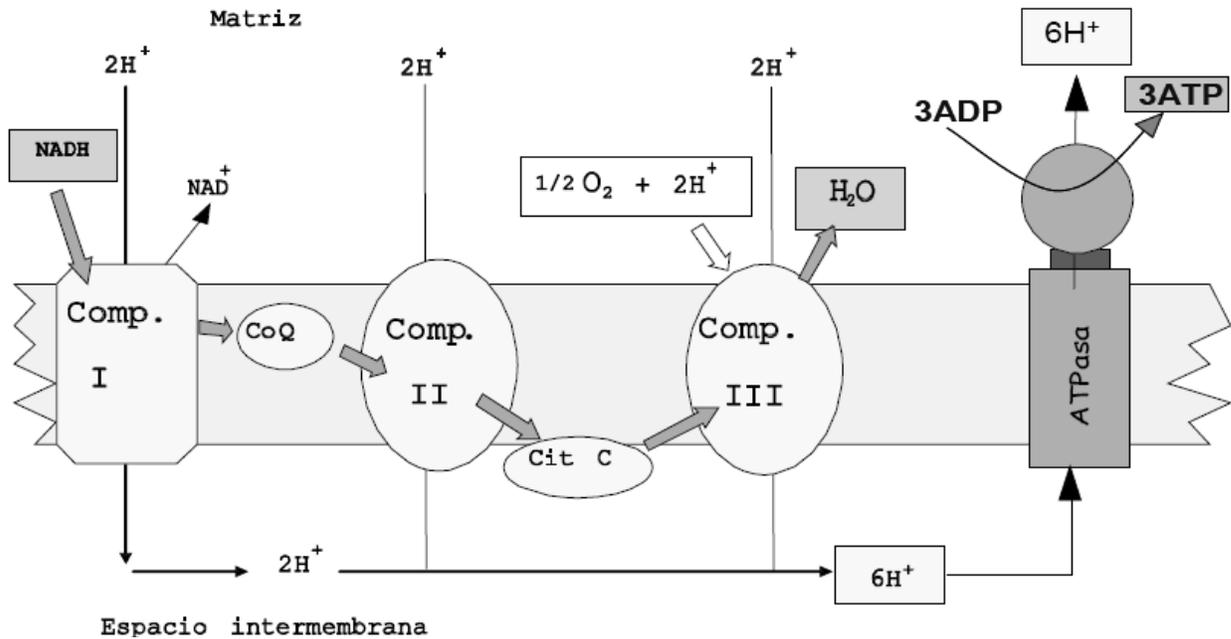
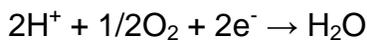


Fig. 19. Esquema general de la cadena respiratoria. Oxidación del NADH y síntesis de ATP. Co-Q (coenzima Q) y Cit-c (citocromo C). (Tomado de [www.biozoot.iespana.es/carbohidratos.htm](http://www.biozoot.iespana.es/carbohidratos.htm) 2006)

Los electrones serán cedidos finalmente al oxígeno que junto con dos protones del medio darán una molécula de H<sub>2</sub>O



### ¿Pero cómo se obtienen los ATP's?

Las membranas celulares son estructuras que permiten una distribución desigual de cargas en su superficie de tal manera que uno de los compartimentos que la forma pueda ser netamente positiva en relación al otro que es netamente negativa, esto sucede en cualquier membrana celular (de los organelos, de la membrana plasmática, entre otros).

El **primer punto importante** de esta explicación tiene que ver justamente con la salida de hidrógenos positivos H<sup>+</sup> fuera de la membrana mitocondrial. A esto se denomina **potencial de membrana**.

La permanente acumulación de H<sup>+</sup> en el espacio intermembranoso de la mitocondria determina la formación de un gradiente con respecto a la matriz, que por su naturaleza se identifica como gradiente electroquímico y constituye también un gradiente de pH.

**El Segundo punto:** este pasaje pasivo sin gasto de energía de los iones  $H^+$ , desde el espacio intermembranoso hacia la matriz es utilizado por las células para hacer rotar sobre su eje una enzima localizada en la membrana interna de la mitocondria llamada ATPasa, que al girar como un molinete produce energía cinética que es usada para unir un Pi (fosfato inorgánico) a una molécula de ADP y formar el tan codiciado ATP

Es decir que el ATP íntimamente se forma por transferencia de energía mecánica del giro de la ATPasa por acción del pasaje de  $H^+$  a través de la membrana, en energía química de unión del fósforo al ADP. En síntesis la formación de ATP no gasta energía de la célula sino que hay transformación de un tipo de energía mecánica en otra química.

En las mitocondrias, el sistema que se conoce como cadena respiratoria o cadena de transporte de electrones aporta la energía para la síntesis de **ATP** activando la ATP sintetasa mediante el flujo de protones  $H^+$ .

- La cadena está formada por una serie de enzimas diseñadas por la evolución para aceptar y ceder electrones, o sea, que su función es la de reducirse (aceptar electrones) y oxidarse (perder electrones).
- El aceptor final de los electrones que viajan por la cadena respiratoria es el oxígeno.

El oxígeno se usa para aceptar los electrones que pasan por la cadena respiratoria; después de que un átomo de oxígeno recibe dos electrones, éste reacciona con dos  $H^+$  y forma una molécula de agua.

Cuando los electrones se mueven por la cadena transportadora salen a niveles energéticos inferiores y van liberando energía. Esta energía se emplea para fabricar ATP, a partir de ADP, en el proceso de fosforilación oxidativa.

La cadena de transporte de electrones permite la liberación de la gran cantidad de energía química almacenada en la reducción de  $NAD^+$  ( $NADH$ ) y la reducción de la FAD ( $FADH_2$ ).

La energía liberada es capturada en forma de ATP (3 ATP por  $NADH$  y 2 ATP por  $FADH_2$ ).

j) Ecuaciones globales de las diferentes vías de degradación de la glucosa y rendimiento energético en moles de ATP por Mol de glucosa, Figura 20.

a) Respiración oxidativa



b) Fermentación láctica



c) Fermentación alcohólica

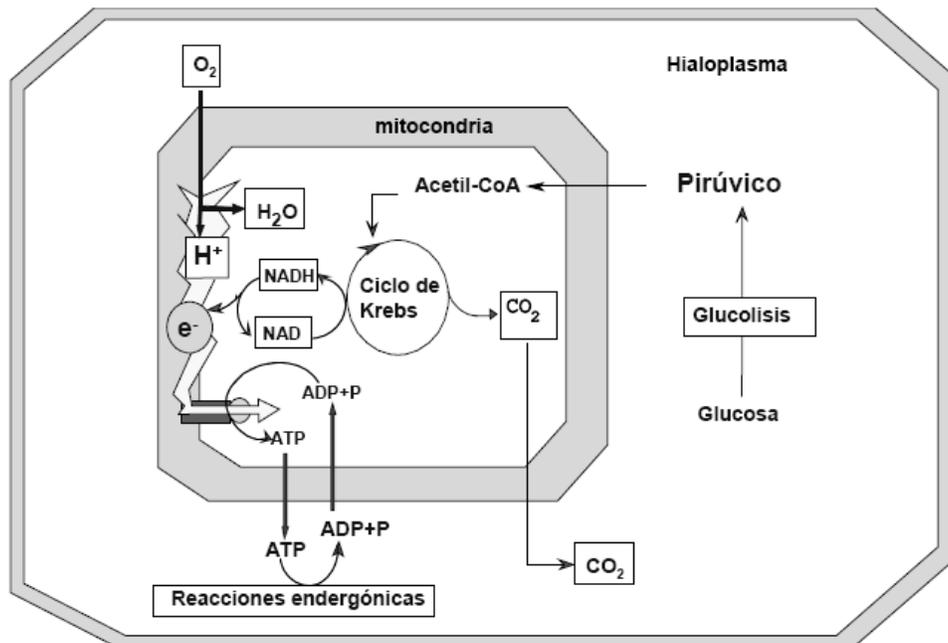


Fig. 20. Esquema simplificado de la respiración celular (Tomado de [www.biologia.edu.ar](http://www.biologia.edu.ar) 2008)

Proceso	Sustancia inicial	Sustancia final	Coenzimas Reducidas y ATP	Moles de ATP (totales)
<b>Glucolisis</b>	<b>Glucosa</b>	<b>2 ácid. pirúvico</b>	<b>2 NADH 2 ATP</b>	<b>4 ATP 2 ATP</b>
<b>Descarboxilación del ácido pirúvico</b>	<b>2 ácid. pirúvico</b>	<b>2 acetil-Co A 2 CO<sub>2</sub></b>	<b>2 NADH</b>	<b>6 ATP</b>
<b>Ciclo de Krebs</b>	<b>2 acetil-Co A</b>	<b>4 CO<sub>2</sub></b>	<b>6 NADH 2 FADH<sub>2</sub> 2 GTP</b>	<b>18 ATP 4 ATP 2 ATP</b>
<b>Balance global</b>	<b>Glucosa 6 O<sub>2</sub></b>	<b>6 CO<sub>2</sub> 6 H<sub>2</sub>O</b>		<b>36 ATP</b>

Fig. 21. Balance de los procesos de la respiración celular

### k) Resumen de la Respiración Celular

La respiración celular: es el conjunto de reacciones bioquímicas que ocurre en la mayoría de las células, en las que el ácido pirúvico producido por la glucólisis se desdobla y se producen 36 moléculas de ATP.

En las células eucariotas la respiración se realiza en las mitocondrias y ocurre en tres etapas que son:

Oxidación del piruvato.

Ciclo de los ácidos tricarboxílicos.

Cadena respiratoria

La eficiencia de la respiración llega casi al 40% de la energía presente inicialmente en la molécula de glucosa, y es conservada en forma de ATP; el resto se libera como calor. Fig. 21.

# *CAPITULO IV*

## *METODOLOGIA*

#### **4.1 Método:**

Para la elaboración del software educativo fue necesaria la construcción de herramientas educativas como son: imágenes, ilustraciones, textos y autoevaluaciones, fue importante buscar las técnicas adecuadas para modelar los componentes propios del software utilizando tecnología de orientación a objetos y patrones de diseño, fue importante contemplar los aspectos pedagógicos y la factibilidad técnica y económica de las diferentes soluciones.

#### **4.2 Metodología**

En este estudio se desarrolló una investigación de tipo experimental, enmarcada en el procedimiento que refiere Arias (2001) sobre proyecto factible, el cual se define como una “propuesta de acción para resolver un problema práctico o satisfacer una necesidad. Es indispensable que dicha propuesta se acompañe de la demostración de su factibilidad o posibilidad de realización”. (Arias, 1999)

La evaluación del impacto pedagógico es una vía que propicia transformaciones necesarias que permiten el tránsito del estado real al estado deseado, con el objetivo de realizar acciones de mejora; se entiende por impacto pedagógico: la transformación que se produce en el proceso de enseñanza – aprendizaje, como resultado del empleo de estrategias pedagógicas, que promuevan cambios significativos en el modo de actuación de los sujetos que intervienen en el referido proceso.

Específicamente, esta propuesta se apoyó en una investigación para conocer el impacto del uso del software en el proceso de enseñanza aprendizaje del tema de Respiración Celular.

Para conocer y comparar los logros obtenidos a través del uso del software educativo se diseñaron y aplicaron dos instrumentos de evaluación (previo a la clase y posterior a la clase) a los grupos seleccionados.

#### **4.3 Organización de las Actividades:**

Las actividades se desarrollaron en un clima de respeto y estímulo al trabajo en equipo, los contenidos abordados durante las seis sesiones correspondieron a los contenidos del Plan de estudios de la Materia de Biología III del Colegio de Ciencias y Humanidades, y se aplicaron de la misma manera para el grupo control y el grupo experimental.

Las actividades por clase tuvieron una duración de 2 horas cada una, la planeación de las actividades se aplicó de la siguiente manera:

Primero se recordó el tema anterior (rutas metabólicas) importancia biológica y el vínculo con la respiración celular. Se aplicó el instrumento de evaluación (pre test) con la finalidad de conocer el nivel de conocimientos de ambos grupos.

Segundo se presentaron los objetivos de la clase:

Conceptuales: a. Elementos que intervienen en la respiración.  
b. Metabolismo, anabolismo, catabolismo.

Procedimentales: Los alumnos construirán modelos y representaciones que faciliten la comprensión de los procesos de la respiración.

Actitudinales: Propiciar un clima de trabajo de respeto y tolerancia en y para con el grupo que favorezca el trabajo en equipo y la participación individual.

Con respecto a las situaciones de aprendizaje se desarrollaron de la siguiente manera;

**I) Apertura:** Reactivación de los conocimientos previos con preguntas generadoras.

¿Qué entiendes por respiración celular?

¿De qué se compone?

¿Qué tipo relaciones existen entre las rutas metabólicas y la respiración celular?

¿Cuál es la importancia biológica de la respiración celular?

## **II). Desarrollo:**

Para el desarrollo de las sesiones se utilizaron diversas estrategias didácticas entre ellas: exposición multimedia, utilización de videos, esquemas y cuestionarios de los procesos que comprenden la respiración celular.

- 1. Análisis de lecturas:** Capítulo 8 del libro de Audesirk, La Vida en la Tierra, 6ª edición, Prentice Hall, México, 2007.
- 2. Exposiciones del Profesor:** Exposición multimedia sobre los procesos que ocurren en la respiración celular, con una duración de 30 minutos.
- 3. Exposiciones de los Alumnos:** presentaciones realizadas por equipos pequeños (5 integrantes) de cada uno de los procesos de la respiración celular.
- 4. Presentación del Software “Respiración Celular” en el grupo experimental.**
- 5. Ejemplificación:**
  - a. Ejemplificaron los procesos de la respiración celular.
  - b. Elaboraron un mapa mental con los conceptos de la respiración celular.
  - c. Realizaron un cartel por equipo en donde se describe la respiración celular.
  - d. Escribieron un comentario sobre la importancia de la respiración celular.

## **II). Cierre:**

- a. Aplicación de los conocimientos ilustraron y explicaron su ambiente a través de un cartel.
- b. Los alumnos realizaron un listado de aspectos abordados en la respiración celular.
- c. Los alumnos describieron las relaciones entre los procesos que conforman la respiración celular y la generación de energía a partir de las biomoléculas.
- d. Conclusiones del grupo sobre la respuesta de la situación problemática.
- e. Reflexión grupal y cierre de la sesión a través de la pregunta que aprendiste en estas sesiones.
- f. Conclusiones Finales

#### **IV). Evaluación escrita de conocimientos:**

La evaluación se caracterizó por el desempeño en un período determinado, debió constituirse en síntesis de los aciertos y desaciertos, de modo que sirvió al profesor y a él mismo alumno, como guía para la derivación de acciones de capacitación y superación que coadyuvaron a la erradicación de sus desaciertos.

Se aplicó el instrumento de evaluación (post test) con la finalidad de conocer el nivel de conocimiento de ambos grupos.

#### **V). Cuestionario de Opinión:**

Con la finalidad de conocer la opinión de los usuarios se diseñó un cuestionario sobre los aspectos generales del software, entre estos:

- Diseño
- Estética
- Integración
- Menús
- Análisis de Contenidos
- Variedad de Actividades
- Estrategias Didácticas
- Claridad en el Tema
- Profundidad de conocimientos
- Valor General

#### **4.4 Hipótesis de Trabajo:**

La utilización del software educativo en el tema de Respiración Celular incrementará el proceso aprendizaje de este tópico.

#### **4.5 Hipótesis Alterna:**

La aplicación del software educativo es una herramienta didáctica que facilita el proceso de aprendizaje en el tema de respiración celular.

#### **4.6 Hipótesis Nula:**

La aplicación de un software educativo en el tema de Respiración Celular no facilitará el aprendizaje por lo tanto no hay diferencia con otros modos de enseñanza.

#### **4.7 Diseño y Muestreo**

Para esta investigación se utilizó el diseño cuasi experimental pues en él se manipuló al menos una variable independiente, además, los sujetos no fueron asignados al azar a los dos grupos ni emparejados, sino que dichos grupos ya estaban formados antes del experimento, y por lo tanto eran grupos intactos.

**4.8 Tipo de Estudio:** Transversal, Analítico y Observacional.

**4.9 Población:** Dos grupos de 30 alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades.

**4.10 Muestreo:** La selección de la muestra se realizó de manera preferencial.

# *CAPITULO V*

*RESULTADOS*

*DISCUSION*

## 5.RESULTADOS:

El apartado está conformado de la siguiente manera; primero el análisis de los promedios obtenidos por el instrumento pre test para ambos grupos, segundo el análisis de la presentación del software de Respiración Celular en el grupo Experimental y los promedios obtenidos en el grupo control, tercero los resultados de la opinión de los alumnos y profesores, sexto el análisis estadístico y la discusión de los resultados.

Se trabajó con dos grupos con un total de 60 alumnos, un grupo experimental de 29 alumnos y un grupo control de 31 alumnos en que se aplicó el software.

Las calificaciones obtenidas por los alumnos en el pre test y pos test fueron comparadas mediante una prueba estadística de anova.

El grupo control estuvo conformado por 29 alumnos de los cuales 19 mujeres y 10 hombres, con un promedio de edad de 16.5 años.

El grupo experimental estuvo conformado por 31 alumnos de los cuales 17 son mujeres y 14 son hombres con un promedio de edad de 16.3 años.

### 5.1 Resultados Pre-Test del Grupo Control y Grupo Experimental.

En el grupo control el 59% de los promedios de los alumnos tienen una evaluación menor al cinco, el 41% aprobó el cuestionario y el promedio grupal es de 5.55. Figura 22.

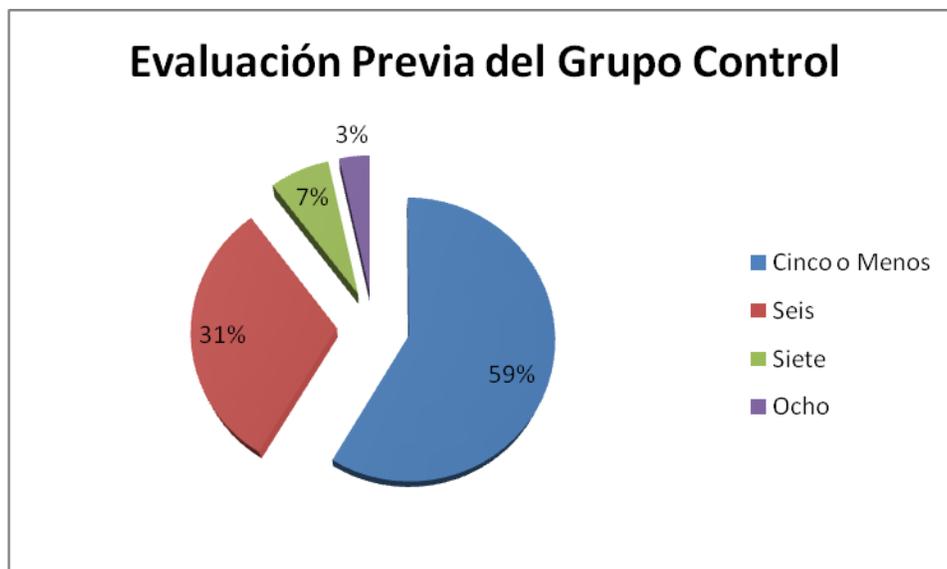


Figura 22. Evaluaciones Pre-test en el grupo control.

En el grupo experimental los resultados son los siguientes 22 alumnos no aprobaron el cuestionario y 9 aprobaron, el promedio del grupo es de 5.32, el índice de reprobación es del 71%.Figura 23.

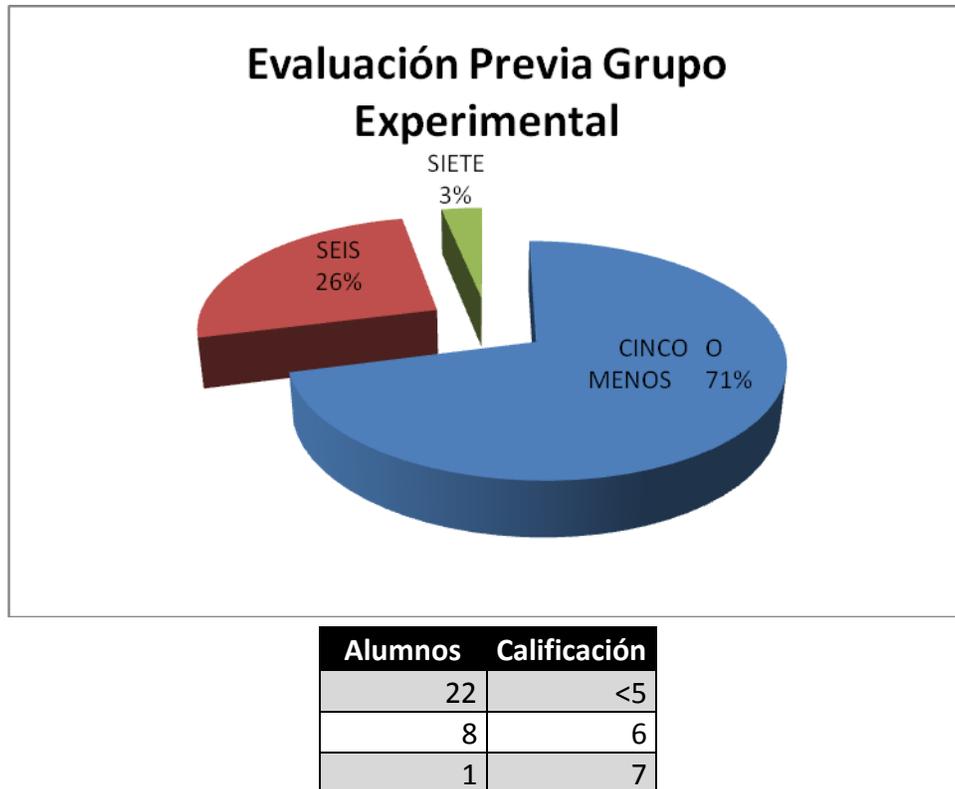


Figura 23. Evaluaciones Pre-test en el Grupo Experimental.

## 5.2 Resultados Post-test del Grupo Experimental

Los resultados obtenidos por el grupo control en la prueba de conocimientos (post- test) fueron los siguientes:

El promedio de la evaluación del grupo fue de 6.3, el índice de aprobación fue del 79% y el de reprobación de 21%.

A través de la aplicación del software de Respiración Celular se apreciaron mejores evaluaciones en la solución de la prueba de conocimientos.( Figura 24)

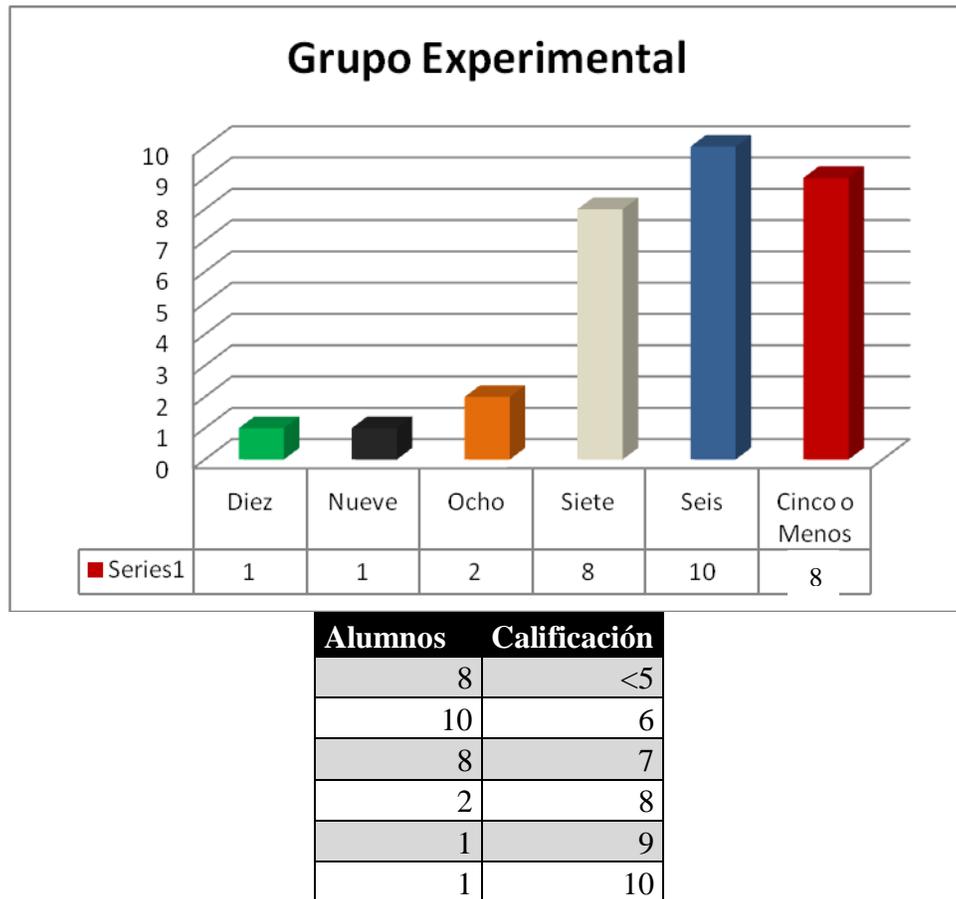
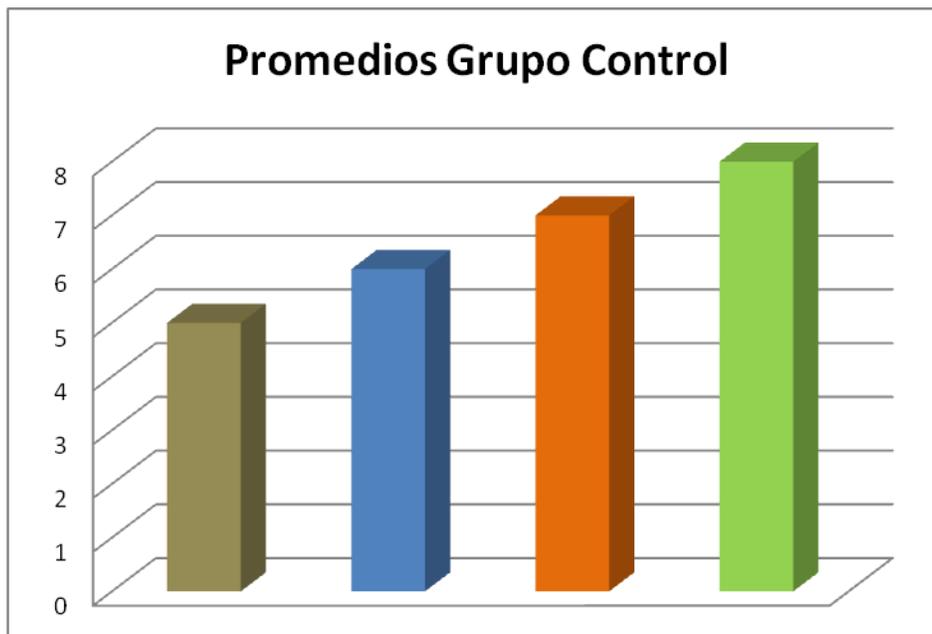


Figura 24. Evaluaciones Pos-test en el Grupo Experimental.

### 5.3 Promedios del Grupo Control.

En el grupo control después de desarrollar las temáticas de manera tradicional los resultados indican lo siguiente:

El promedio grupal es de 5.68 el índice de reprobación es del 70%, 13 alumnos obtuvieron una evaluación de cinco o menos, 13 alumnos aprobaron la prueba con 6, 2 alumnos obtuvieron 7 y un alumno con promedio de 8. (Fig.25)



Alumnos	Calificación
13	<5
12	6
3	7
1	8

Fig.25 Promedios post-test en el grupo de control.

## 5.4 Análisis Estadístico

Para comprobar la diferencia estadística entre las dos muestras se realizó la prueba de **ANOVA**.

### *Planteamiento de la Hipótesis:*

Hipótesis nula ( $H_0$ ). No Habrá diferencia significativa entre el promedio de calificaciones previo al tratamiento del grupo control con las calificaciones posteriores al tratamiento.

Hipótesis alterna ( $H_a$ ). Habrá diferencia significativa entre el promedio de calificaciones previo al tratamiento del grupo control con las calificaciones posteriores al tratamiento.

Hipótesis nula ( $H_0$ ). No Habrá diferencia significativa entre el promedio de calificaciones previo al tratamiento del grupo experimental con las calificaciones posteriores al tratamiento.

Hipótesis alterna ( $H_a$ ). Habrá diferencia significativa entre el promedio de calificaciones previo al tratamiento del grupo experimental con las calificaciones posteriores al tratamiento.

Hipótesis nula ( $H_0$ ). No Habrá diferencia significativa entre el promedio del grupo experimental sensibilizado con el software educativo y el grupo de control.

Hipótesis alterna ( $H_a$ ). Habrá diferencia significativa entre el promedio del grupo experimental sensibilizado con el software educativo y el grupo de control.

**Datos:**

PRETEST CONTROL	POSTEST CONTROL	PRETEST EXPERIMENTAL	POSTEST EXPERIMENTAL
5	5	5	5
5	5	5	5
5	5	5	5
5	5	5	5
5	5	5	5
5	5	5	5
5	5	5	5
5	5	5	5
5	5	5	5
5	5	5	6
5	5	5	6
5	5	5	6
5	5	5	6
5	6	5	6
5	6	5	6
5	6	5	6
5	6	5	6
6	6	5	6
6	6	5	6
6	6	5	7
6	6	5	7
6	6	5	7
6	6	6	7
6	6	6	7
6	6	6	7
6	6	6	7
6	6	6	7
7	7	6	7
7	7	6	8
8	8	6	8
		6	9
		7	10

Análisis de varianza de un factor entre las calificaciones del pretest y postest para el grupo control

**RESUMEN**

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	29	161	5.55172414	0.61330049
Columna 2	29	165	5.68965517	0.57881773

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.27586207	1	0.27586207	0.46280992	0.4991167	4.01297332
Dentro de los grupos	33.3793103	56	0.59605911			
Total	33.6551724	57				

Análisis de varianza de un factor entre las calificaciones del pretest y postest para el grupo experimental

#### RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	31	165	5.32258065	0.29247312
Columna 2	31	196	6.32258065	1.55913978

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	15.5	1	15.5	16.7421603	0.00012968	4.00119131
Dentro de los grupos	55.5483871	60	0.92580645			
Total	71.0483871	61				

Análisis de varianza de un factor entre las calificaciones del pos test del grupo control y el grupo experimental

#### RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	29	165	5.68965517	0.57881773
Columna 2	31	196	6.32258065	1.55913978

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	6.00224323	1	6.00224323	5.52753385	0.02213946	4.00687282
Dentro de los grupos	62.9810901	58	1.08588086			
Total	68.9833333	59				

### **Decisión.**

No existe diferencia significativa del promedio de calificaciones obtenido en el pre test y el pos test del grupo control ( $P > 0.4991$ ) por lo que se acepta la hipótesis nula.

Se encontró diferencia significativa del promedio de calificaciones obtenido en el pre test y el pos test del grupo experimental ( $P < 0.0001$ ) por lo que se rechaza la hipótesis nula.

Se encontró diferencia significativa del promedio de calificaciones obtenido en el grupo control y el grupo experimental ( $P < 0.0221$ ) por lo que se rechaza la hipótesis nula.

### **5.5 Resultados de opinión sobre el uso del software**

Se aplicó el cuestionario a 61 alumnos y 10 Profesores para valorar la opinión del software educativo y se obtuvieron los siguientes resultados

1. En la evaluación general del software educativo, el 38% de los encuestados calificaron como Muy Bien, el 48% con la opción Bien, el 12% con la opción Regular y el 2% con la opción mal. (Figura 26)

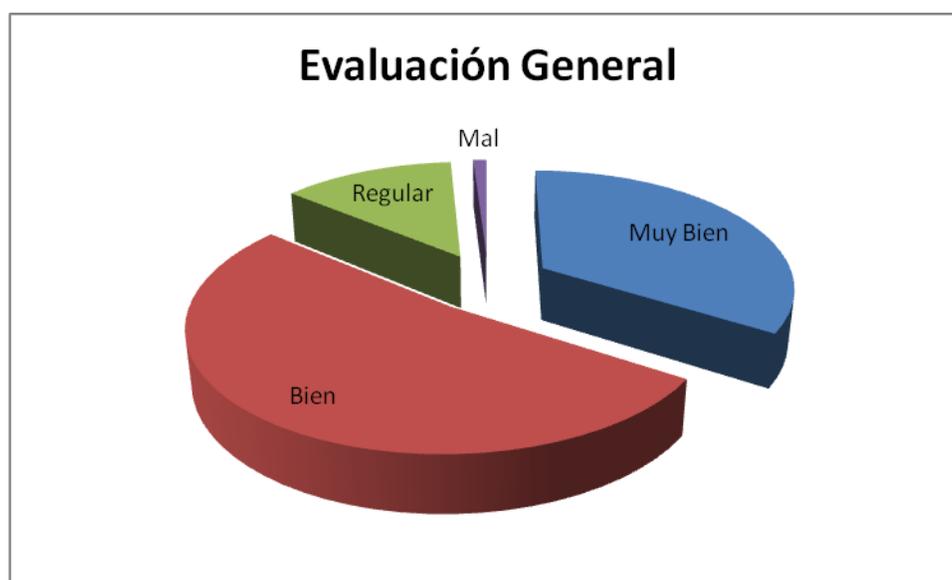


Fig. 24 Evaluación cualitativa del software.

2. En la evaluación del Análisis Técnico del software, el 36% de los encuestados marcaron la opción Muy Bien, el 53% marco la opción Bien, el 10% calificó la opción Regular y el 1% con la opción mal. (ver Fig.27)

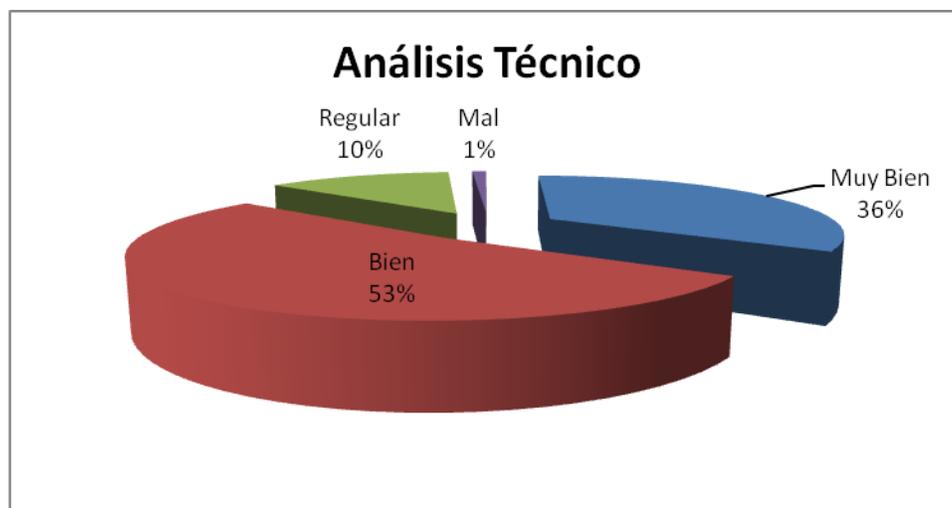


Fig. 27 Análisis Técnico

3. La evaluación al contenido del software educativo en el tema de respiración celular arrojó los siguientes resultados: 34% para la opción Muy Bien, 52% para la opción Bien, 13% para la opción Regular y el 1 % para la opción mal. (ver Fig.28)

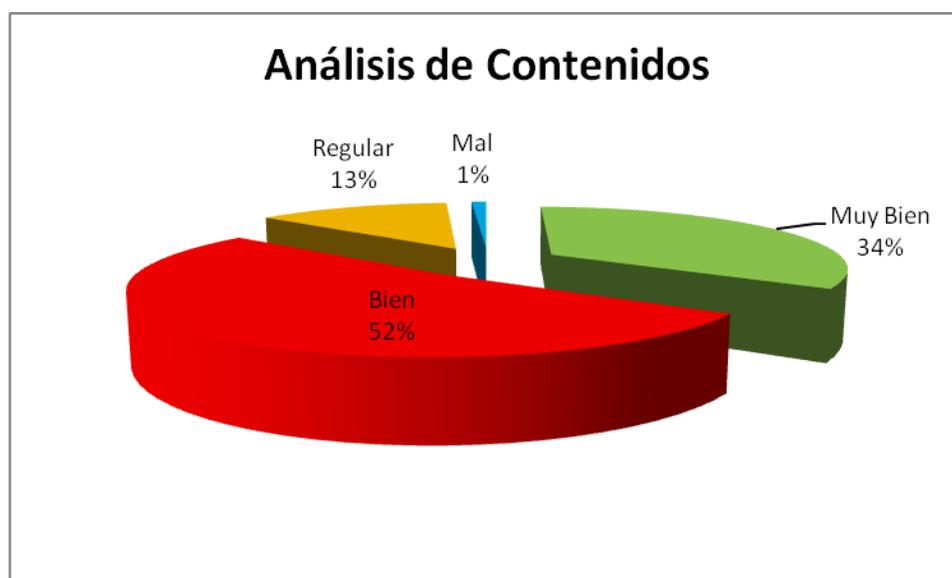
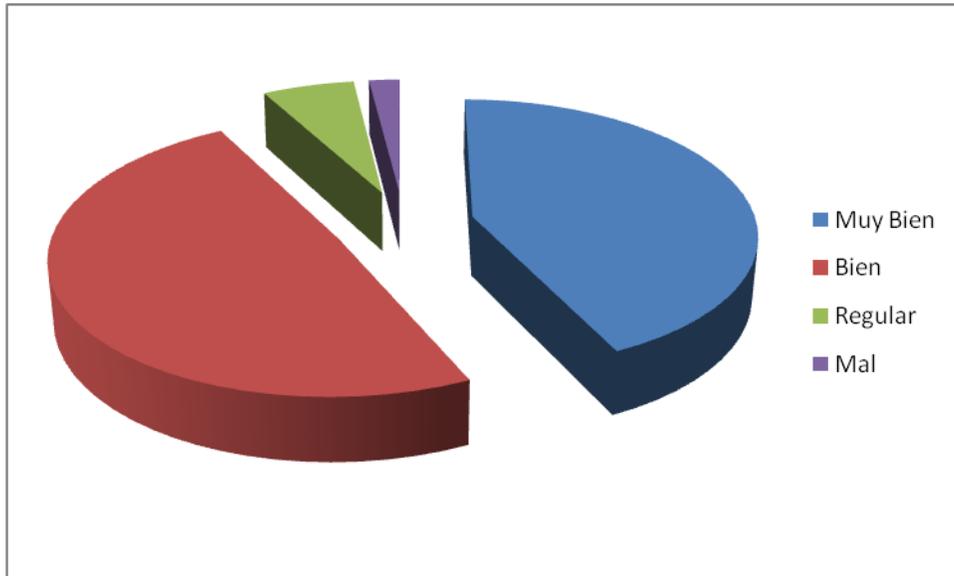


Fig. 28 Análisis de Contenidos.

En la evaluación de otros aspectos tales como: variedad de actividades, diseño, organización, claridad, didáctico; el 43% de los encuestados marcó la opción Muy Bien, 49% en la opción Bien, 6% para la opción Regular y el 2% en la opción mal. ( Fig.29)



Muy Bien	43
Bien	49
Regular	6
Mal	2

Fig. 29 Análisis de diversos aspectos del software.

## **5.6 Discusión.**

A partir de la utilización del software de Respiración Celular se incrementaron los promedios de los alumnos además de estimular su aprendizaje en el tema, se pudo apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que su correcta utilización en la asignatura logró potenciar un mayor aprendizaje de los complejos procesos biológicos de la respiración celular.

Así lo demuestran los promedios obtenidos en el grupo experimental sensibilizado con el software de Respiración Celular, pues resultaron diferentes estadísticamente a los promedios del grupo control después de la aplicación de las metodologías planeadas para la clase de Respiración Celular.

Al analizar el rendimiento escolar a partir de la evaluación final, se pudo detectar que el nivel de conocimientos se incrementó debido a la utilización del Software para el aprendizaje del tema.

Los resultados de la encuesta de opinión muestran que el software presentó una buena valoración en general, bien en el análisis técnico y de contenidos. Los comentarios finales los encuestados mencionan que el software de Respiración Celular favoreció el aprendizaje activo, logró motivar al estudiante, consideran que el uso del software es eficaz y beneficioso para el aprendizaje.

***CONCLUSIONES***

***SUGERENCIAS***

***LIMITACIONES***

## CONCLUSIONES

A partir del diseño, elaboración y aplicación del software educativo se contribuyó a elevar la calidad de la enseñanza en el tema de Respiración Celular, pues se proporcionó una herramienta de aprendizaje que aplicada por el docente con base en las teorías del aprendizaje, incrementó el nivel de conocimientos de los alumnos.

Esta experiencia confirmó lo expresado por Medina (1995), quien plantea que con el uso de software educativos se puede mejorar el aprendizaje de los estudiantes, ya que éstos despiertan la atención al ver los colores, fotografías, dibujos, así como al escuchar los sonidos, ayudando a la comprensión de la información percibida por medio de la vista y el oído, además de que educa, ayuda al docente en la adquisición de habilidades para dictar las materias; por su parte Araujo (2004), afirma que el software educativo elevan la calidad y productividad de los proyectos de estudios de los alumnos, pues permite la utilización de estrategias motivacionales para que el educando desarrolle sus habilidades cognitivas.

La jerarquización del contenido del software educativo en el tema de Respiración celular permitió que el alumno adquiriera conocimientos con mayor facilidad a través del uso de multimedia, pues pudo navegar a través de una estructura que según la lógica del contenido y las rutas de navegación de una pantalla a otra permiten el acceso a los conocimientos.

Esto se confirma en los promedios obtenidos en el grupo sensibilizado con el uso del software de Respiración Celular, debido a que son diferentes estadísticamente a los promedios del grupo de control después del uso del software. Al analizar el rendimiento escolar a partir del producto final, se pudo detectar que la capacidad, interés, entusiasmo y calidad de los estudiantes, sensibilizados con el software con respecto a los alumnos del grupo control fue más satisfactorio en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Los resultados obtenidos en este trabajo , sugieren que el software educativo “Respiración Celular” es una herramienta para el aprendizaje de la asignatura de Biología, pues el alumno, al finalizar la navegación adquirió conocimientos por medio de las imágenes, gráficos, sonidos, textos y videos; además, este software permitió al alumno realizar búsquedas de información beneficiosas en el momento de investigar algo referente al tema, lo cual contribuyó en su formación educativa y en el promedio obtenido posterior a su uso.

Este software educativo considera los diferentes procesos de la respiración celular, permite la flexibilidad cognitiva, pues se puede desplazar en un cúmulo de informaciones, dependiendo de su interés, experiencia, necesidad de información o relevancia que la misma tiene para el alumno.

Al respecto es importante aclarar que el software no sustituye la labor del docente, sólo le sirve de apoyo en las clases, puede utilizarse en grupos reducidos y favorecer el aprendizaje colaborativo.

## SUGERENCIAS

A partir de la experiencia en el uso del software “Respiración Celular” surgen las siguientes recomendaciones metodológicas para el uso del software en el proceso pedagógico en la enseñanza del tema, estos son los pasos a tener en cuenta para su uso:

### **Primero: Condiciones previas.**

#### **Para los profesores:**

1. Conocimiento del software educativo con respecto al grado y nivel.
2. Tener habilidades informáticas.
3. Conocer el currículo de la asignatura de Biología.
4. Dominio del tema.
5. Tener una concepción clara y precisa, que la computación y con ella el software educativo es un medio de aprendizaje.
6. Consideración de la duración y frecuencia de las sesiones.
7. Planeación de las actividades.
8. Contar con equipos computacionales suficientes para los alumnos.
9. Requerimientos técnicos mínimos:

#### a. Hardware:

Pentium IV 1.8 GHz con 1 GB de RAM, Mouse, Monitor SVGA, Placa de red de 100 Mb, 20 GB de espacio disponible (o libre) en disco (este espacio no incluye volumen de datos), CD-ROM, Conexión a Internet.

#### b. Software:

Windows 2000 Server y Pro (con Service Pack 4 o superior), Windows XP Professional (Service Pack 2 o superior), Windows 2003 Server (Service Pack 2 o superior), Windows Vista (Versiones Business y Ultimate), Windows 2008 Server (32 y 64 Bits), Windows 7 32 y 64 Bits (Versiones Professional, Enterprise y Ultimate).

## **Segundo: Preparación de la actividad.**

1. Revisar el diagnóstico de los alumnos.
2. Estudiar detenidamente las exigencias planteadas en el programa de la asignatura.
3. Seleccionar los objetivos que se cumplirán con la utilización del software.
4. Analizar los contenidos a trabajar para dar cumplimiento a los objetivos propuestos teniendo presente: sistema de conocimiento, habilidades a desarrollar y valores a potenciar.
5. Realizar con anterioridad la observación de los mismos (consultar la ficha metodológica para el empleo del software educativo en clases).
6. Precisar las tareas que asumirán los estudiantes en cada momento de la clase.
7. Selección y planificación de los ejercicios a resolver, teniendo presente los niveles de aprendizaje de los alumnos.
8. Forma de evaluar y controlar la evaluación de la actividad.
9. Determinar las funciones del profesor para la propuesta de la actividad.
10. Preparar el aula para la actividad que realizará y garantizar la ubicación más adecuada de los estudiantes para su utilización.

## **3er Paso: Preparación de los alumnos.**

El profesor debe tener preciso si sus estudiantes conocen:

¿Para qué le sirve el software?

¿Cómo se utiliza?

De lo contrario es necesario dar una sesión informativa acerca de estos temas.

1. Orientar a los estudiantes sobre el tema del software educativo.
2. Realizar una presentación atractiva del software y motivarlo para su utilización.
3. Vincular el contenido del software con los conocimientos que poseen los estudiantes y su vinculación con la vida.
4. Escribir en el pizarrón el tema de la clase.
5. Presentar las acciones que deben realizar los estudiantes para resolver las tareas planteados.
6. Deben informársele a los estudiantes; los objetivos, las ventajas, desventajas y las principales dificultades que se pueden encontrar en su interacción con el software.
7. Informar como se evaluara el desempeño de los estudiantes.
8. Entregar en una hoja de trabajo las tareas a realizar.
9. Realizar observaciones y aclaraciones pertinentes durante el desarrollo de la actividad.
10. Atender las necesidades que manifiestan los alumnos, para su atención de manera diferenciada, pero teniendo cuidado con los excesivos niveles de ayuda.

11. Controlar las actividades sugeridas durante el desarrollo de la actividad.
12. Evaluar los ejercicios propuestos, esto puede ser posterior a la actividad, producto de los resultados que la interacción con el software.
13. Evaluar el impacto del software educativo en el aprendizaje.
14. Plantear nuevas tareas y búsqueda de información en otros software.
15. Valorar el estado de opinión de los estudiantes en relación con lo observado y compartirlo con otros profesores de grado.

No siempre es necesario recoger opiniones de los estudiantes en el aula, puede hacerse de forma de conversaciones fuera de esta; lo más importante es conocer si quedaron claras las ideas esenciales, si aprendieron, si fueron motivados a buscar otras informaciones sobre el tema y si la utilización de los software educativos les resulta interesante.

Es imprescindible que el fin de esta estrategia sea el incremento en los niveles de aprendizaje del tema de respiración celular por parte de los estudiantes. La tecnología educativa, como tendencia pedagógica contemporánea, ha alcanzado una notable difusión en nuestros días, sobre todo por el énfasis en sus ventajas inmediatas y un lenguaje altamente técnico y aseverativo.

Recomiendo el uso del software en el proceso de aprendizaje del tema, considero que no es perfectible, sirve de base para no solo desarrollar un tema, pero podría aplicarse a la currícula de biología.

Para el desarrollo del software educativo en general considero importante trabajar con un equipo multidisciplinario, compuesto por un Psicopedagogo, un ingeniero en sistemas computacionales, un diseñador en comunicación visual y un profesional en el tema a desarrollar para lograr obtener un software de alta calidad que apoye el proceso de enseñanza aprendizaje.

#### **LIMITACIONES:**

Si bien los resultados indican que el software fue útil para apoyar e incrementar los conocimientos del tema, es necesario probar de manera más profunda y sistemática su utilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

# ***BIBLIOGRAFIA***

## BIBLIOGRAFIA

- Alexander, P. (1992) *Biología* Ed. Prentice Hall, New Jersey, USA. 560 pp.
- Alonso Catalina (1997). *La informática desde la perspectiva de los educadores*. Madrid, España pp.204.
- Alparsian C.,(2003). Using the conceptual change instruction to improve learning. *Journal of Biological Education*, 37(3), pp. 133-137.
- Anderson, C.W., Sheldon, T.S, Dubay, J. (1990). The effect of instruction on college nonmajor's conceptions of respiration and photosynthesis. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, pp. 761-776.
- Araujo, I. 2004. *Software educativo para el área de Historia de Venezuela de la tercera etapa de Educación Básica*. Tesis de Maestría. Gerencia Educativa. Maracaibo.
- Arnold, B, Simpson, M. (1980). *An investigation of the development of the Concept Photosynthesis to S.C.E. Grade*. Aberdeen, UK: Aberdeen College of Education.
- Arredondo, G, Pérez, R, Aguirre, L. (2000) *Didáctica general manual Introdutorio*, ed.3ª, Ed. Limusa. México pp. 100-142
- Ausubel, D. (1978). In defense of advance organizers: A reply to the critics. *Review of Educational Research*, 48, 251-257.
- Ausubel, D. (2002) *Adquisición y retención del conocimiento, una perspectiva cognitiva*, Editorial PAIDÓS, España.453 pp.
- Bartho H. (1978), "Can students be taught to distinguish between teleological and causal explanations", en *Journal of Research Science Teaching*, vol. 15, numb. 6, pp. 567- 572.
- Bartolomé, A. (2004) "Aprendizaje potenciado por la tecnología: Razones y diseño pedagógico". En Martínez, F. Prendes, M. (2004) *Nuevas Tecnologías y Educación*. Madrid: Pearson.
- Bello, S. (2004) *Ideas previas y cambio conceptual*, *Educación Química*, 15 (3), 210-217, México.
- Biggs, A., Yapicka, CH., Lundgren, L., (2000) *Biología. La dinámica de la vida*, Ed. Interamericana. México.790 pp.
- Blum, B. (1995). *Interactive Media: Essentials for Success*. Ziff-Davis Publishing

- Bonbuir, J. (1974). El método de los test, en Pedagogía, Ed. Morova, Madrid, España. 230 pp.
- Bravo, J. (2000). Aprendizaje por descubrimiento en la enseñanza a distancia: Conceptos y un caso de estudio. Universidad de Castilla-La Mancha.: Grupo de Informática Educativa. Departamento de Informática, 21 pp.
- Cabero, J. (2001.) Tecnología educativa. Diseño y utilización de medios en la enseñanza, Ed. Paidós, Barcelona, España. 280 pp.
- Caballer, J. y Giménez, I. (1993). Las ideas del alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la educación general básica. Enseñanza de las Ciencias, 11(1), pp. 63-68.
- Campanario J. Otero J. (2000). La comprensión de los libros de texto, en Perales, F.J. y Cañal, P. (eds.). Didáctica de las Ciencias Experimentales, pp. 323-338.
- Campbell, N., Mitchell, L., Reece, J. (2001). Biología. Conceptos y Relaciones, ed. 3ª, Ed. Pearson, México. 545 pp.
- Cañal, P. (1990). La fotosíntesis y la «respiración inversa» de las plantas: ¿un problema de secuenciación de contenidos? Alambique, 14, pp. 21-36.
- Cañal, P. y Criado, A. (2003). ¿Incide la investigación en didáctica de las ciencias en el contenido de los libros de texto escolares?: el caso de la nutrición de las plantas. España. Alambique, 34, pp. 56-65.
- Carretero, M. (1996). Problemas actuales del constructivismo: de la teoría a la práctica. Barcelona: Paidós.
- Castañeda Q. L (2009). Las Universidades Apostando por las TIC: Modelos y Paradojas de Cambio Institucional. Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa Número 28: 23-25 p.
- Castañeda, L, Sánchez, M.M. (2009). "Entornos e-learning para la enseñanza superior: entre lo institucional y lo personalizado". En Pixel Bit N° 35. Julio de 2009 ISSN:1133-8482
- Cázares G. Y.(1998) Creación De Escenarios de Aprendizaje. Profesora de la Escuela de Graduados en Educación. Tecnológico de Monterrey.
- Cedipro, (1998). Actividades para el logro de la Comprensión. Material de trabajo.

- Charrier M, Yobenat S. (2001). Estudio de las concepciones de futuros maestros y profesores argentinos acerca de la fotosíntesis y la respiración. Enseñanza de las Ciencias, 2, p. 282.
- Coll, C. (1988). Significado y sentido en el aprendizaje escolar. Reflexiones en torno al concepto de aprendizaje significativo. Infancia y Aprendizaje, 41, 131-142.
- Curtis, H., Barnes, N., (2001). Biología, ed. 6ª, Ed. Panamericana, España.1200 pp.
- Daniel, W., (2004). Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud, ed. 4ª, Ed. Limusa, México. 440 pp.
- Daneil, M. (2005). Desarrollo de un software educativo para la enseñanza de la fotosíntesis. Primeras Jornadas de Educación en Informática y TICs. Argentina
- Díaz-Barriga A. F, Hernández R. G (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo una interpretación constructivista, ed. 2ª, Ed. Mc Graw Hill, México pp. 63-135
- Díaz, V. (2004). Currículo, investigación y enseñanza en la formación docente. Universidad Pedagógica Experimental, Venezuela.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). Some features of children's ideas and their implications for teaching. In R. Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien (Eds.), Children's ideas in science (pp. 193-201). Milton Keynes, UK: Open University Press.
- Edelstein, G. (1997). "Un capítulo pendiente: el método en el debate didáctico contemporáneo". Camilloni, A. y otros. Corrientes Didácticas contemporáneas. Buenos Aires. Paidós
- Feyerabend P. (1981). On the "meaning" of scientific terms. Philosophical papers. Cambridge, Cambridge, University Press. v. 1, p. 97-103.
- Folegotto, I. (1997). "Aportes sobre el concepto de mediación en la educación a distancia", Rueda, Revista de la red universitaria de educación a distancia,3,1.
- Gallego D, Alonso C. (1997). Los Sistemas Multimediales desde una Perspectiva Pedagógica en Multimedia, UNED, Madrid.
- García Z. (1991). Estudio llevado a cabo sobre las representaciones de la respiración celular en los estudiantes de bachillerato y COU. Enseñanza de las Ciencias, 9(2), pp. 129-134.

- Gallo, Galán C. Álvarez L. Entornos Virtuales. (2002). Principales Líneas y Grupos de Investigación en JIS2002 IV Jornadas Informática y Sociedad. La Salle, Barcelona-España.
- Gros, B. (1997). Diseños y programas educativos. Pautas pedagógicas para la elaboración de software. Ariel Educación, Barcelona.
- Haslam, F. (1987). Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two tier multiple-choice instrument. *Journal of Biological Education*, 21(3), pp. 203-208.
- Hegenber, L. (1979), *Introducción a la filosofía de la ciencia*, Barcelona, Herder.pp.234-235.
- Jiménez, J. Perales, F. (2002). Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito y de las ilustraciones de los libros de texto de física y química en la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 19, pp. 3-19.
- Johnson, W. (1990). The efflux of lysosomal from cells.*The Journal of biological chemistry* 1990;265(10):5546-53.
- Juif P. (1990). *Grandes orientaciones de la pedagogía contemporánea*, Ediciones Narcea S.A., Madrid, pág. 273.
- Jonassen, D. (1997). Instructional design model for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes. *Educational Technology: Research and Development* 45 (1).
- Jonassen, D. H., McAleese, T.M.R. (Undated). A Manifesto for a constructivist approach to technology in higher education. [On-line].
- Jungwirth, E. (1975). The problem of teleology in biology as a problem of biology - teacher education, *Journal of biological education*. pp. 243 - 246.
- Katz (1996). "Where is science going?", *Science Technology and Human Values*, 21 (4) 379-406.
- Lakatos, I. (1983). "La metodología de los programas de investigación científica"; Alianza, Madrid.
- López M. (2000). *Planeación y evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje*, Ed. Trillas, México, 341 pp.
- Lucas, A. M. (1986). Tendencias en la investigación sobre la enseñanza aprendizaje de la biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (3), 189 -198.

- Marques, P. (2002). Metodología para la elaboración de software educativo. Barcelona: Editorial Estel. 11 p.
- Maldonado L. (1995). Creación de hipertextos educativos. Nuevas Tecnologías aplicadas a la Educación Superior. Universidad Javeriana. Bogotá.
- Medina, M. (1995). Implementación de un software educativo para la cátedra de Análisis Numérico en el Laboratorio de Computación. Tesis de pregrado. Ingeniería en Computación. Maracaibo
- Osborne, R. Gilbert, J.K. (1980). A teaching for exploring students' view of the world. *Physics Education*,15, pp. 376-379.
- Otero, J.C.; Campanario, J.M. (1990). Comprehension evaluation and regulation in learning from science texts. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 447-460.
- Ontoria, A. (2001). Mapas conceptuales. Una técnica para aprender. 11ª ed. Nancea España.
- Piaget J. (1966). Psicología de la inteligencia, Siglo XX, Buenos Aires
- Piattini, M. Mengual, L. (2008). "Universidad Digital 2010". En Laviña, J. & Mengual, Libro Blanco de la Universidad Digital 2010. Colección Ariel.
- Pozo, J. I. (1987). Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal. Madrid punto de vista cognoscitivo. Ed. Trillas, México, 390 pp.
- Porto, E. (1993). La computadora en la educación. Ed. Publicaciones Portorriqueñas. San Juan.
- Reigosa M .(2003). El metabolismo celular como contenido básico en la enseñanza de la Biología. *Revista de educación en biología*. Vol. 6, Nº. 1, 2003, pp. 48-52
- Reigosa, M. A. (2003). El metabolismo celular como contenido básico en la enseñanza de la Biología. Un modelo didáctico para superar dificultades. *Revista de Educación en Biología*, 6(1), 48-52.
- Reynoso A. R. (1996). El video en el aula acervo y usos didácticos de la videoteca escolar SEP México. 7-17 p.
- Rieber, L. (1992). Computer-based microworlds: A bridge between constructivism and direct instruction. *Educational Technology Research & Development*, 40(1), 93-106,

- Rivas, P. (2004). "La formación docente, realidad y retos en la sociedad del conocimiento". *Educere*, 8: 57-61
- Rhodes D. (1994). *Sharing the vision: Creating and Communicating Common Goals, and Understanding the Nature of Change in Education. Leadership perspectives.* Educational Technology Pub. Englewood Clifs, NJ. 29-38.
- Ruíz A. Vallejo J. (2001). "Software Educativo Interactivo con contenidos de Geometría Métrica". *Encuentro Educativo*.
- Sacristán, J. (1992). "Profesionalización docente y cambio educativo", en Alliaud, A. - Duschatzky L. comp., *Maestros. Formación, práctica y transformación escolar.* Ed. Miño y Dávila, Buenos Aires.
- Salinas J. (1997). *Nuevos ambientes de aprendizaje para una sociedad de la información.* *Revista Pensamiento Educativo*, 20. 81-104.
- Sánchez, J. (1995). *Informática Educativa.* Ed. Universitaria. Santiago, Chile. 101-104 pp.
- Schreiber, D. A. (1998). *Instructional Design of Distance Training.* En D.A. Schreiber y Z. Berge *Distance Training.* San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Sewell, D. (1990). *New Tools For New Minds, A Cognitive Perspective on the Use of Computers with Young Children,* New York, St. Martins Press. p.6.
- Squires, D. y Mcdougall, A., (1997). *Cómo elegir y utilizar software educativo,* Madrid, Ediciones Morata.
- Sosa M. (2009). *La usabilidad del software educativo como potenciador de nuevas formas de pensamiento* *Revista Iberoamericana de Educación.*
- Skinner, B. F. (1970). *Tecnología de la enseñanza.* Editorial Labor, España.
- Stavy, R., Eisen D. (1987). *How students aged 13-15 understand photosynthesis.* *International Journal of Science Education*, 9(1), pp. 105-115.
- Tagueña Parga Julia ( 2005). *Curso de divulgación científica "Biología Didáctica"* UNAM.
- Tamayo A (2001). *Tesis Doctoral: Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional. Aplicación al concepto de respiración.* Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales.

-Tamayo y Tamayo, M. (1998). El proceso de Investigación Científica, ed.3ª . México: Ed. Limusa, 670 pp.

-Tamir P, A. Zohar (1991). "Anthropomorphism and teleology in reasoning about biological phenomena", en Science Education vol. 75, núm. 1, pp. 57-67.

-Vigotsky, L. (1988). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Ed. Crítica. México, 450 pp.

- Wallon, H. (1987). Psicología y educación del niño. Una comprensión dialéctica del desarrollo y la Educación infantil. Madrid, Visor-Mec.

-Wilson, B. (1995). "Methafors for instruction: Why we talk about learning environments", Educational Technology. pp:25-30

-Zangara, M. (1998). La incorporación de la nuevas tecnologías de la información y la comunicación a los diseños curriculares. Algunos temas críticos. En IV Congreso de Redes Iberoamericanas de la Informática Educativa.

-Zarzar C. ( 2000 ). Temas de didáctica, Ed. Progreso, México 41-80 p.

#### ENLACES ELECTRONICOS:

- [www.ciberhabitat.gob.mx](http://www.ciberhabitat.gob.mx)

-[www.enlaces.com](http://www.enlaces.com) "Enseña con tecnología"

[www.ilce.edu.mx](http://www.ilce.edu.mx) "Tres pilares de la educación para los medios "

-[www.odiseo.com.mx](http://www.odiseo.com.mx) 2007. Odiseo. Revista Electrónica de pedagogía.

-[www.cch.unam.mx/principal/plandeestudios](http://www.cch.unam.mx/principal/plandeestudios).



***ANEXOS***

## Pre Prueba de Conocimiento

FECHA: \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Subraya la respuesta correcta.

- El objetivo de la respiración celular es ...
  - la obtención de la energía contenida en sustancias orgánicas
  - la obtención de oxígeno
  - la obtención de glucosa
  - la fabricación de compuestos orgánicos
- La respiración celular se realiza...
  - en los vegetales, durante el día en los cloroplastos y durante la noche en las mitocondrias
  - en los vegetales en los cloroplastos y en los animales en las mitocondrias
  - tanto en los vegetales como en los animales en las mitocondrias
  - sean animales o vegetales, una parte en el citoplasma y el resto en la mitocondria
- De las diferentes fases y vías del catabolismo de la glucosa, una no se realiza en las Mitocondrias:
  - la glucólisis
  - el ciclo de Krebs
  - la cadena respiratoria
  - Todas las fases del catabolismo de la glucosa se realizan en la mitocondria
- ¿En cuál de las vías del catabolismo de la glucosa se necesita el oxígeno?
  - En la glucólisis
  - la cadena respiratoria
  - el ciclo de Krebs directamente
  - en todo el proceso
- Sólo una de estas sustancias se obtiene en la glucólisis como producto final:
  - glucosa
  - oxígeno
  - dióxido de carbono
  - Ácido pirúvico
- La degradación completa de la glucosa y de otros compuestos orgánicos produce CO<sub>2</sub>. Si la célula dispone de oxígeno, este CO<sub>2</sub> se obtiene...
  - en el ciclo de Krebs
  - en la cadena respiratoria
  - en la glucólisis
  - en la fermentación láctica
- El objetivo del ciclo de Krebs es...
  - oxidar completamente la acetil-CoA;
  - obtener energía en forma de ATP;
  - la obtención de coenzimas oxidadas.
  - Ninguna de las respuestas anteriores es la correcta.
- El proceso que genera mayor cantidad de ATP es:
  - glucólisis
  - cadena de transporte de electrones
  - ciclo de Krebs
  - fermentación
  - reacciones de oscuridad
- En donde se realiza el proceso de la cadena transportadora de electrones...
  - en las crestas mitocondriales
  - en el hialoplasma
  - en la matriz mitocondrial
  - Ninguna de las respuestas anteriores es correcta, este proceso no se da en la mitocondria
- El proceso de la cadena transportadora de electrones necesita una de las siguientes condiciones o sustancias:
  - luz
  - oscuridad
  - ATP
  - oxígeno

**POST PRUEBA DE CONOCIMIENTOS:**

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Subraya la respuesta correcta.

1. La respiración celular se realiza...
  - a) en los vegetales, durante el día en los cloroplastos y durante la noche en las mitocondrias
  - b) en los vegetales en los cloroplastos y en los animales en las mitocondrias
  - c) tanto en los vegetales como en los animales en las mitocondrias
  - d) sean animales o vegetales, una parte en el citoplasma y el resto en la mitocondria
  
2. ¿En cuál de las vías del catabolismo de la glucosa se necesita el oxígeno?
  - a) En la glucólisis
  - b) la cadena respiratoria
  - c) el ciclo de Krebs directamente
  - d) en todo el proceso
  
3. El objetivo de la respiración celular es ...
  - a) la obtención de la energía contenida en sustancias orgánicas
  - b) la obtención de oxígeno
  - c) la obtención de glucosa
  - d) la fabricación de compuestos orgánicos
  
4. Sólo una de estas sustancias se obtiene en la glucólisis como producto final:
  - a) glucosa
  - b) oxígeno
  - c) dióxido de carbono
  - d) Ácido pirúvico
  
5. La degradación completa de la glucosa y de otros compuestos orgánicos produce CO<sub>2</sub>. Si la célula dispone de oxígeno, este CO<sub>2</sub> se obtiene...
  - a) en el ciclo de Krebs
  - b) en la cadena respiratoria
  - c) en la glucólisis
  - d) en la fermentación láctica
  
6. De las diferentes fases y vías del catabolismo de la glucosa, una no se realiza en las Mitocondrias:
  - a) la glucólisis
  - b) el ciclo de Krebs
  - c) la cadena respiratoria
  - d) Todas las fases del catabolismo de la glucosa se realizan en la mitocondria
  
7. El proceso de la cadena transportadora de electrones necesita una de las siguientes condiciones o sustancias:
  - a) luz
  - b) oscuridad
  - c) ATP
  - d) oxígeno
  
8. El objetivo del ciclo de Krebs es...
  - a) oxidar completamente la acetil-CoA;
  - b) obtener energía en forma de ATP;
  - c) la obtención de coenzimas oxidadas.
  - d) Ninguna de las respuestas anteriores es la correcta.
  
9. El proceso que genera mayor cantidad de ATP es:
  - a. glucólisis
  - b. cadena de transporte de electrones
  - c. ciclo de Krebs
  - d. fermentación
  - e. reacciones de oscuridad
  
10. En donde se realiza el proceso de la cadena transportadora de electrones...
  - a) en las crestas mitocondriales
  - b) en el hialoplasma
  - c) en la matriz mitocondrial
  - d) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta, este proceso no se da en la mitocondria

## Cuestionario para evaluar el software educativo

### Instrucciones:

Responde las siguientes preguntas:  
Excelente, Bien, Regular, Mal, No aparece.

1. ¿Cuál es su valoración general? \_\_\_\_\_
2. ¿Contiene elementos motivadores? \_\_\_\_\_
3. Permite el uso personal como grupal \_\_\_\_\_
4. ¿Es fácil de usar? \_\_\_\_\_
5. ¿Consideras que los gráficos son parte relevante del tema? \_\_\_\_\_
6. ¿La imagen es parte relevante del tema? \_\_\_\_\_
7. ¿El texto escrito es parte relevante? \_\_\_\_\_
8. ¿Utiliza percepciones multisensoriales? \_\_\_\_\_
9. ¿Integra los diferentes tipos de lenguajes? \_\_\_\_\_
10. ¿Relaciona los contenidos de forma globalizada? \_\_\_\_\_
11. ¿Existe coherencia con los objetivos y contenidos? \_\_\_\_\_
12. ¿Se especifican los objetivos de enseñanza en el programa? \_\_\_\_\_
13. ¿Consideras que promueve el aprendizaje? \_\_\_\_\_
14. ¿Desarrolla la creatividad? \_\_\_\_\_
15. ¿Favorece el esfuerzo personal? \_\_\_\_\_
16. ¿Existe variedad de actividades? \_\_\_\_\_
17. ¿Favorece un aprendizaje activo? \_\_\_\_\_
18. ¿Logra motivar al estudiante? \_\_\_\_\_
19. ¿Es eficaz para el aprendizaje? \_\_\_\_\_
20. Es beneficioso para el aprendizaje: \_\_\_\_\_
21. ¿Cuál es tu evaluación general? \_\_\_\_\_