



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR  
(BIOLOGÍA)  
FES IZTACALA

LA SIMULACIÓN (ROLE PLAYING) COMO UNA HERRAMIENTA PARA  
EL APRENDIZAJE DE LA RESPIRACIÓN CELULAR

**T E S I S**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR (BIOLOGÍA)

PRESENTA:  
**BIOLOGO CÉSAR ALEJANDRO BECERRA MARTÍNEZ**

TUTOR  
DRA. PATRICIA ROSAS BECERRIL  
FES IZTACALA

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR  
DR. IGNACIO PEÑALOSA CASTRO  
FES IZTACALA

MTRA. ELSA GUADALUPE LÓPEZ MORALES  
FES IZTACALA

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA DE BAZ,  
ESTADO DE MÉXICO, ABRIL 2022



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

*Yo Nezahualcóyotl lo pregunto:  
¿Acaso de verás se vive con raíz en la tierra?  
No para siempre en la tierra:  
sólo un poco aquí.  
Aunque sea de jade se quiebra,  
aunque sea de oro se rompe,  
aunque sea plumaje de quetzal se desgarrar.  
No para siempre en la tierra:  
sólo un poco aquí*

*Nezahualcóyotl*

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios y a la Vida por darme la oportunidad de recorrer este bello e inigualable camino.**

**A mi familia: mamá, papá, hermano, esposa, hija e hijo; por ser el motor que me mueve y me motiva a alcanzar mis metas.**

**A la UNAM por ser esas manos creativas que moldearon en gran parte mi mente y la persona que ahora soy.**

**A MADEMS y a mis profesores que me permitieron recobrar y revivir, en el comienzo del otoño de mi vida, ese espíritu y orgullo universitario.**

**A mis asesores que con su valiosa ayuda guiaron el presente trabajo. Gracias Dra. Patricia Rosas Becerril, Gracias Dr. Ignacio Peñalosa Castro, Gracias Mtra. Elsa Guadalupe López Morales.**

**De igual forma Gracias Dr. Miguel Ángel Martínez Rodríguez, Gracias Dr. Luis Felipe Jiménez García por sus observaciones y sugerencias.**

## Contenido

1. RESUMEN.....	6
2. INTRODUCCIÓN.....	7
3. MARCO TEORICO.....	9
3.1 ¿QUÉ ES EL APRENDIZAJE?.....	9
3.2 PARADIGMAS DEL APRENDIZAJE .....	13
3.2.1 Conductismo.....	14
3.2.2 Cognoscitivismo .....	15
3.2.3 Constructivismo .....	17
3.3 EL APRENDIZAJE, LAS EMOCIONES Y EL JUEGO .....	23
3.4 ¿QUÉ ES UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA?.....	29
3.4.1 SIMULACIONES.....	30
3.5 ORGANIZADORES GRÁFICOS.....	36
3.5.1 Mapa Conceptual.....	38
3.5.2 Mapa mental.....	39
3.5.3 Mapa cognitivo de secuencias .....	40
3.5.4 Mapa cognitivo de ciclos.....	41
3.5.5 Infografía .....	42
3.6 EVALUACIÓN .....	44
3.6.1. ¿Qué es evaluar? .....	44
3.6.2 ¿Para qué evaluar? .....	46
3.6.3 ¿Cómo evaluar? .....	47
4. TEMA BIOLÓGICO A ABORDAR.....	50
4.1 Metabolismo .....	50
4.2 Respiración celular.....	52
4.2.1 Glucólisis .....	55
4.2.2 Fermentación .....	57
4.2.3 Formación de Acetil Coenzima A (Acetil CoA).....	58
4.2.4 Ciclo de Krebs .....	59
4.2.5 Transporte de electrones .....	60
6. ANTECEDENTES .....	63
7. JUSTIFICACIÓN .....	67
8. OBJETIVO GENERAL.....	67
9. HIPÓTESIS.....	67
10. METODO .....	67
11. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	71
12. CONCLUSIONES.....	80

13. REFERENCIAS .....82

14. ANEXOS .....88

## 1. RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue probar la simulación o role playing como una alternativa para el aprendizaje de la respiración celular (glucólisis, fermentación, formación de Acetil CoA, ciclo de Krebs y transporte de electrones). El aprendizaje de estos temas es de suma importancia ya que gracias a este proceso cada una de nuestras células, (musculares, nerviosas, etc.), llevan a cabo sus funciones. Sin embargo, el aprendizaje de estos procesos está ligado a un sinnúmero de dificultades como: la gran cantidad de reacciones que se llevan a cabo, un alto grado de abstracción, el considerar a la respiración celular como un intercambio de gases, por mencionar algunas.

En el Colegio Alzate (Sistema CCH, incorporado a la UNAM), se tomaron dos grupos de tercer semestre (Biología I) uno de ellos fue el grupo experimental (en donde se realizó la simulación) y el otro el grupo testigo (clases tradicionales expositivas), el grupo experimental conto con cuatro sesiones de trabajo y el testigo con tres. A ambos grupos se les aplico un pre test (conocimientos previos) y un post test (cuantificar los aprendizajes).

Los datos obtenidos del pre test y post test se sometieron a pruebas estadísticas, la primeras fueron Shapiro Wil y Kolmogorov Smirnov con el fin de determinar el tipo de pruebas a utilizar (paramétricas o no paramétricas) para la comparación de dichos datos.

La prueba estadística U de Mann Whitney para muestras independientes, arrojó que la simulación es una herramienta útil para el aprendizaje del tema respiración celular vs las clases tradicionales expositivas.

## 2. INTRODUCCIÓN

Durante gran parte de la vida los seres humanos estamos en un constante aprendizaje, por ejemplo, cuando fuimos niños aprendimos a caminar, aprendimos a pronunciar, a leer y a escribir palabras. La palabra aprendizaje está íntimamente relacionada con el verbo aprender, por tal razón, dicha palabra es una acción la acción de adquirir y retener ya sea conocimientos, habilidades, conductas o valores.

El aprendizaje es un proceso complejo el cual se ve influenciado por una gran cantidad de elementos, factores y medios. Los elementos incluyen al mismo sujeto y al acto de aprender entre otras cosas; dentro de los factores se incluye lo biológico, cognitivo, motivacional, sociocultural, etc.; y los medios involucran a los órganos de los sentidos, concepciones previas y los medios tecnológicos.

Dicho esto, las variables involucradas en el proceso de aprender son vastas, lo cual trae como consecuencia que la forma de aprender de las personas sea de igual forma muy variada, por ejemplo, existe la forma de aprender auditiva, visual, verbal, social, autodidacta, física y lógica. De igual forma existe el aprendizaje implícito, explícito, asociativo, no asociativo, significativo, cooperativo, colaborativo, emocional, observacional, experiencial, por descubrimiento, memorístico y receptivo, sin embargo, la mayoría de las personas muestran una combinación de más de una forma de aprender y de tipos de aprendizaje.

Hoy en día el estudio de los fenómenos relacionados con el aprendizaje involucra a una gran variedad de ciencias, por ejemplo, participan las neurociencias, pedagogía, psicología, antropología, sociología, educación, etc.

A lo largo de la historia han surgido algunos paradigmas para tratar de explicar y dirigir en las escuelas los procesos de aprendizaje, entre dichos paradigmas se encuentran el conductista, cognoscitivista y constructivista. Cada uno de ellos concibe de forma diferente los procesos de aprendizaje y de igual forma la tarea y función tanto del docente como del aprendiz es totalmente diferente.

El constructivismo es el paradigma en boga y se ha ido construyendo, discutiendo y enriqueciendo a través del tiempo, sus principales autores han sido Piaget, Vigostky, Ausbel, Bruner, etc.

Para el constructivismo tanto el docente como el estudiante cumplen funciones específicas. El docente debe ser un guía, orientador, observador permanente y eficaz de los fenómenos que ocurren alrededor del proceso de aprender, un creador de ambientes propicios para el aprendizaje y un personaje que en todo momento reflexione sobre su actuar e invite a reflexionar sobre lo aprendido a sus estudiantes. Por otro lado los aprendices son los responsables activos en la construcción de su propio conocimiento (autónomos) y la interacción entre los estudiantes y entre estos y el docente se vuelve de vital importancia en el proceso de aprender.

Existen un sin número de estrategias de aprendizaje que les pueden ser útiles a los estudiantes para construir sus propios conocimientos, entre dichas estrategias se encuentran los cuadros sinópticos, mapas mentales, mapas conceptuales, ensayos, foros, prácticas de laboratorio, etc., además de las simulaciones.

La simulación o role playing es una estrategia de enseñanza donde los estudiantes actúan y asumen un rol o una personalidad que no es la suya. Por un lado, esta estrategia de aprendizaje es muy útil ya que prepara y enfrenta a los estudiantes a situaciones futuras con las que tendrán que lidiar en lo académico y en lo laboral. Además de ello, cabe mencionar que esta estrategia de aprendizaje además favorece: la automotivación, creatividad y construcción de significados nuevos, autoorganización del conocimiento e investigación, motivación para la lectura, memorización voluntaria, interacción entre compañeros, seguridad y autoestima, incentivación para aprender a aprender, etc.

Ahora bien, la enseñanza del metabolismo, sobre todo de los temas relacionados con la respiración celular en la gran mayoría de las aulas son abordados desde una clase tradicional, donde el docente es quien lleva el control de las clases y es el expositor, apoyado por un gran número de diapositivas y esquemas; mientras que el estudiante permanece pasivo y sin participar de forma activa en la construcción de sus conocimientos. Y es que los temas relacionados con la respiración celular tienen algunas problemáticas entre ellas están las siguientes: son temas bastante abstractos, involucran una gran cantidad de reacciones, los estudiantes deben tener conocimientos básicos de química, los aprendices tienden a relacionar este proceso con un simple intercambio de gases y consideran que la única fuente de energía para producir grandes cantidades de ATP es la glucosa.

Aunado a ello debe quedar claro que el aprendizaje de la respiración celular es importante ya que este proceso es de vital importancia para las células, pues para muchas de ellas el ATP, producto de la respiración celular, es la fuente de energía con la que realizan todas sus funciones.

En la constante búsqueda de estrategias de aprendizaje alternativas a la clase tradicional para abordar los temas de respiración celular se han hecho algunos estudios entre ellos está el trabajo que hizo Ortiz (2010) al que llamó “Diseño y valoración de estrategias con un enfoque constructivista para el tema metabolismo, del programa de Biología III del CCH”; y el que realizó Castelán (2011) al que llamó “Propuesta de actividades experimentales como estrategia didáctica en el tema respiración celular de bachillerato universitario”, ambos con resultados poco alentadores.

Por tal motivo se propuso como objetivo de estudio el probar si la simulación o role playing es útil para el aprendizaje de los temas relacionados con la respiración celular (Glucólisis, Fermentación, Formación de acetil CoA, Ciclo de Krebs y Transporte de Electrones).

### **3. MARCO TEORICO**

#### **3.1 ¿QUÉ ES EL APRENDIZAJE?**

La palabra aprendizaje está íntimamente relacionada con el verbo aprender. Por tal motivo aprender es una acción, es la acción de adquirir y retener conocimientos o habilidades.

Aprender es una palabra que deriva del latín *apprehendere*, compuesta por *ad-* (hacia), *prae-* (antes) y *hendere* (agarrar o atrapar). Muchas veces en el ámbito educativo la palabra aprender se utiliza como sinónimo de estudiar, instruirse, formarse, educarse, etc. La palabra *apprehendere* tiene el mismo origen etimológico, en el pasado era usadas como sinónimos; actualmente esta palabra hace referencia a un aprendizaje más duradero.

Al escuchar la palabra aprendizaje muchas de las personas relacionan este concepto con la escuela, con el estudio, con un profesor, con una habilidad, con asignaturas como la biología, matemáticas, historia, química, etc., sin embargo, el aprendizaje va más allá y no se limita solo a las cuestiones relacionadas con la escuela. Todos los seres humanos estamos en un constante y continuo aprender desde que nacemos hasta que morimos (por ejemplo, cuando fuimos pequeños aprendimos a caminar, a hablar, a viajar sobre una bicicleta, etc.), así que el proceso de aprender lo desarrollamos todos los días de nuestra vida ya sea fuera o dentro de la escuela. Aprendemos gracias a nuestro intelecto y gracias a nuestras experiencias.

En el sentido más amplio, el aprendizaje ocurre cuando la experiencia (incluyendo la práctica) genera un cambio relativamente permanente en los conocimientos o las conductas, valores y habilidades de un individuo. El cambio puede ser deliberado o involuntario, para mejorar o para empeorar, correcto o incorrecto y consciente o inconsciente (Schunk, 2008 citado por Woolfolk, 2010).

En lo que respecta al aprendizaje escolar los estudiantes pueden aprender gracias al uso de los materiales didácticos que diseñen y expongan los docentes, como lecturas, imágenes, audios, videos. También el aprendizaje puede ocurrir gracias a la implementación de estrategias incluidas en el diseño instruccional, como plenarias, discusiones, resolución de problemas, etc.

Según Klimenko y Alvares (2009) el aprendizaje es un proceso complejo, que contiene elementos constituyentes, depende de ciertos factores tanto internos como externos, requiere de medios externos e internos y cuenta con diferentes niveles de participación de la conciencia.

En el siguiente cuadro, tomado de Klimenko y Alvares (2009), se indican los elementos, factores y medios que influyen en el aprendizaje:

<b>Elementos</b>		Sujeto Objeto Operación (acto de aprender) Representación (imágenes, ideas y conceptos)
<b>Factores</b>	<b>Internos</b>	Biológicos Cognitivos Metacognitivos Afectivo-motivacionales de personalidad
	<b>Externos</b>	Socioculturales Históricos Económicos Ambientes de Aprendizaje
<b>Medios</b>	<b>Internos</b>	Órganos de los sentidos Lenguaje interno Paradigmas del pensamiento Redes conceptuales previas Tipos de pensamiento

	<b>Externos</b>	Lenguaje comunicativo Medios culturas (tecnológicos)
--	-----------------	---

Como se observa el aprendizaje está influido por elementos, factores y medios que involucran un cierto número de variables. El número de variables es diferente para cada individuo y forman el contexto tanto interno como externo de los estudiantes. El docente debe, primero diagnosticar estas variables en sus estudiantes, y segundo debe tomar los resultados muy en serio para planear las actividades que posteriormente aterrizará al momento de estar en el aula desarrollando el mapa curricular.

No existe una única forma de aprender. Hay distintos tipos de aprendizaje que representan diferentes maneras de proceder con la información que se aprende. Las mayores contribuciones a los estudios de los tipos de aprendizaje fueron realizadas por los psicólogos de diferentes corrientes (Klimenko y Alvares. 2009).

Según García-Leyva, J. (2018) existen 13 tipos de aprendizaje que son:

1. El aprendizaje implícito: hace referencia a un tipo de aprendizaje que se constituye en un aprendizaje generalmente no-intencional y donde el aprendiz no es consciente sobre qué se aprende.  
El resultado de este aprendizaje es la ejecución automática de una conducta motora. Lo cierto es que muchas de las cosas que aprendemos ocurren sin darnos cuenta, Por ejemplo, hablar o caminar. El aprendizaje implícito fue el primero en existir y fue clave para nuestra supervivencia. Siempre estamos aprendiendo sin darnos cuenta.
2. Aprendizaje explícito: el aprendizaje explícito se caracteriza porque el aprendiz tiene intención de aprender y es consciente de qué aprende.  
Por ejemplo, este tipo de aprendizaje nos permite adquirir información sobre personas, lugares y objetos. Por lo que esta forma de aprender exige de atención sostenida y selectiva del área más evolucionada de nuestro cerebro, es decir, requiere la activación de los lóbulos prefrontales.
3. Aprendizaje asociativo: este es un proceso por el cual un individuo aprende la asociación entre dos estímulos o un estímulo y un comportamiento. Uno de los grandes teóricos de este tipo de aprendizaje fue Iván Pávlov, que dedicó parte de su vida al estudio del condicionamiento clásico, un tipo de aprendizaje asociativo.

4. Aprendizaje no asociativo (habituaación y sensibilización): el aprendizaje no asociativo es un tipo de aprendizaje que se basa en un cambio en nuestra respuesta ante un estímulo que se presenta de forma continua y repetida. Por ejemplo, cuando alguien vive cerca de una discoteca, al principio puede estar molesto por el ruido. Al cabo del tiempo, tras la exposición prolongada a este estímulo, no notará la contaminación acústica, pues se habrá habituado al ruido.

Dentro del aprendizaje no asociativo encontramos dos fenómenos: la habituación y la sensibilización.

5. Aprendizaje significativo: este tipo de aprendizaje se caracteriza porque el individuo recoge la información, la selecciona, organiza y establece relaciones con el conocimiento que ya tenía previamente. En otras palabras, es cuando una persona relaciona la información nueva con la que ya posee.
6. Aprendizaje cooperativo: es un tipo de aprendizaje que permite que cada alumno aprenda, pero no solo, sino junto a sus compañeros. Por tanto, suele llevarse a cabo en las aulas de muchos centros educativos, y los grupos de alumnos no suelen superar los cinco miembros. El profesor es quien forma los grupos y quien los guía, dirigiendo la actuación y distribuyendo roles y funciones.
7. Aprendizaje colaborativo: es similar al aprendizaje cooperativo. Ahora bien, el primero se diferencia del segundo en el grado de libertad con la que se constituyen y funcionan los grupos. En este tipo de aprendizaje, son los profesores o educadores quienes proponen un tema o problema y los alumnos deciden cómo abordarlo
8. Aprendizaje emocional: significa aprender a conocer y gestionar las emociones de manera más eficiente. Este aprendizaje aporta muchos beneficios a nivel mental y psicológico, pues influye positivamente en nuestro bienestar, mejora las relaciones interpersonales, favorece el desarrollo personal y nos empodera.
9. Aprendizaje observacional: este tipo de aprendizaje también se conoce como aprendizaje vicario, por imitación o modelado, y se basa en una situación social en la que al menos participan dos individuos: el modelo (la persona de la que se aprende) y el sujeto que realiza la observación de dicha conducta, y la aprende.

10. Aprendizaje experiencial: es el aprendizaje que se produce fruto de la experiencia, como su propio nombre indica. Esta es una manera muy potente de aprender. De hecho, cuando hablamos de aprender los errores, nos estamos refiriendo al aprendizaje producido por la propia experiencia. Ahora bien, la experiencia puede tener diferentes consecuencias para cada individuo, pues no todo el mundo va a percibir los hechos de igual manera. Lo que nos lleva de la simple experiencia al aprendizaje, es la autorreflexión.
11. Aprendizaje por descubrimiento: este aprendizaje hace referencia al aprendizaje activo, en el que la persona en vez de aprender los contenidos de forma pasiva, descubre, relaciona y reordena los conceptos para adaptarlos a su esquema cognitivo. Uno de los grandes teóricos de este tipo de aprendizaje es Jerome Bruner.
12. Aprendizaje memorístico: significa aprender y fijar en la memoria distintos conceptos sin entender lo que significan, por lo que no realiza un proceso de significación. Es un tipo de aprendizaje que se lleva a cabo como una acción mecánica y repetitiva.
13. Aprendizaje receptivo: con este tipo de aprendizaje la persona recibe el contenido que ha de internalizar.  
Es un tipo de aprendizaje impuesto, pasivo. En el aula ocurre cuando el alumno, sobre todo por la explicación del profesor, el material impreso o la información audiovisual, solamente necesita comprender el contenido para poder reproducirlo.

Aunque Algunos autores han llegado a reportar hasta 46 (Hernández y Guárate, 2017).

### **3.2 PARADIGMAS DEL APRENDIZAJE**

El entender cómo aprenden las personas es una tarea que se ha vuelto de carácter multidisciplinar. En esta ardua tarea participan y están involucradas las ciencias del aprendizaje, dentro de ellas se encuentran la neurociencia, psicología, educación, sociología, antropología, filosofía, etc.

Algunos datos que han arrojado las ciencias antes mencionadas en relación con el proceso de aprendizaje son: 1. Los expertos poseen un conocimiento conceptual profundo; 2. El aprendizaje proviene del aprendiz; 3. La escuela debe crear ambientes para un aprendizaje eficaz; 4. El

conocimiento previo es fundamental; 5. La reflexión es necesaria para desarrollar un conocimiento conceptual profundo. (Woolfolk, 2010).

Al ser un fenómeno de alta complejidad el aprendizaje ha sido objeto de muchas interpretaciones y a lo largo del tiempo han surgido varios paradigmas para tratar de explicar cómo es que ocurre este proceso en las personas. Entre estos paradigmas se encuentra el conductismo, cognoscitismo y constructivismo.

### **3.2.1 Conductismo**

Los orígenes de la teoría conductual del aprendizaje se encuentran en los estudios de Pávlov (1927) con animales. Durante los años 30, él y otros psicólogos estudiaron y experimentaron la forma en que distintos estímulos se podían usar para obtener respuestas de los animales. Estos experimentos permitieron descubrir muchos principios del aprendizaje, principios de la relación entre estímulos y respuestas, que más tarde fueron útiles para modificar el comportamiento humano. Luego, esta terminología fue adoptada por Watson, Guthrie y Skinner -en los EEUU-, como base para su trabajo en modificación conductual, el cual dio origen a la corriente que en psicología se conoce como “conductismo” (Arancibia y col., 2008).

Por su parte García y col., (2011) indica que el paradigma conductista se originó en las primeras décadas del siglo XX. Su fundador fue J.B. Watson, de acuerdo con él, para que la psicología lograra un estatus verdaderamente científico, tenía que olvidarse del estudio de la conciencia y los procesos mentales (procesos inobservables) y, en consecuencia, nombrar a la conducta (los procesos observables) su objeto de estudio. Asimismo era necesario rechazar el uso de métodos subjetivos como la introspección para utilizar, en su lugar, los métodos objetivos, como la observación y la experimentación.

Dicha corriente concibe que el aprendizaje se logra cuando ocurre un cambio relativamente permanente en el comportamiento o conducta de las personas producto de la práctica, destacando en todo momento los efectos de los acontecimientos que hay en el medio ambiente sobre las personas.

Para el conductismo la fuente del aprendizaje son las situaciones que rodean a los individuos, se trata de una corriente mecanicista y asociativa, donde los estímulos externos son los responsables de los aprendizajes, convirtiendo al individuo en un simple ente pasivo, sin necesidades biológicas, que está en espera y dispuesto a reaccionar ante un estímulo externo que provocara un cambio en él.

Para el conductismo la mente, las emociones los valores y los intereses no tienen ninguna relación con los procesos relacionados con el aprendizaje, lo único que cuenta en este proceso es la presencia del cerebro. Para esta corriente el aprendizaje está basado principalmente en la experiencia y en el reforzamiento.

La visión educativa desde el paradigma conductista ofrece un panorama cerrado, rígido y fijo por un currículo predeterminado, donde el papel central lo tiene el docente quien ejerce el control, demandando que el estudiante responda “exacta y correctamente” en actitud de obediente sometimiento (Estrada, 2011).

Según Leiva (2005) entre las características del conductismo, destacan las siguientes:

1. Se aprende asociando estímulos con respuestas.
2. El aprendizaje está en función del entorno.
3. El aprendizaje no es duradero, necesita ser reforzado.
4. El aprendizaje es memorístico, repetitivo y mecánico y responde a estímulos.

### **3.2.2 Cognoscitivismo**

Las perspectivas cognoscitiva y conductista difieren en los supuestos sobre lo que se aprende. Según el enfoque cognoscitivo, el conocimiento se aprende y los cambios en este último hacen posibles los cambios en el comportamiento. En la perspectiva conductista, lo que se aprende son las conductas nuevas en sí mismas (Shuell, 1986 citado por Woolfolk, 2010). Tanto los teóricos conductistas como los cognoscitivos creen que el reforzamiento es importante para aprender, aunque por diferentes razones. Los conductistas estrictos sostienen que el reforzamiento fortalece las respuestas; mientras que los teóricos cognoscitivos ven el reforzamiento como una fuente de información acerca de lo que probablemente sucedería si las conductas se repitieran o cambiaran (Woolfolk, 2010).

Perspectivas del aprendizaje. La perspectiva cognoscitiva considera el aprendizaje como la ampliación y transformación de la comprensión que ya poseemos, y no como el simple registro de asociaciones en los espacios en blanco del cerebro (Greeno, Collins y Resnick, 1996) citado por (Woolfolk, 2010). En vez de recibir influencia de manera pasiva de los sucesos ambientales, la gente activamente elige, practica, pone atención, ignora, reflexiona y toma muchas otras decisiones mientras persigue metas. Las antiguas teorías cognoscitivas daban mayor importancia a la adquisición del conocimiento; sin

embargo, las nuevas perspectivas destacan su construcción (Anderson, Reder y Simon, 1996; Greeno, Collins y Resnick, 1996; Mayer, 1996 citados por Woolfolk, 2010).

Según Elousa (1993) esta teoría pretende desarrollar en el alumnado capacidades, procedimientos o estrategias que le permitan adquirir, elaborar y recuperar información o conocimiento.

Según Arancibia y col., (2008), la psicología cognoscitiva es aquella disciplina que se dedica a estudiar procesos tales como la percepción, memoria, atención, lenguaje, razonamiento y resolución de problemas. Es decir, los procesos involucrados en el manejo de la información por parte del sujeto. El interés en estos procesos, aplicado al estudio de cómo aprende al ser humano, dio origen a varias e importantes teorías cognoscitivas del aprendizaje.

A partir de éstas, el cognoscitismo está presente hoy con gran fuerza en la psicología de la educación, especialmente a través de conceptos tales como la importancia de los aprendizajes previos, el aprendizaje significativo, el rol activo del sujeto como constructor de su conocimiento y el desarrollo y la estimulación de estrategias cognitivas y metacognitivas (Arancibia y col., 2008).

En la actualidad, hay un interés renovado por el aprendizaje, el pensamiento y la resolución de problemas. La perspectiva cognoscitiva del aprendizaje podría describirse como una orientación filosófica que generalmente es aceptada, lo cual significa que los teóricos cognoscitivos comparten nociones básicas sobre el aprendizaje y la memoria. Y, algo más importante, los psicólogos cognoscitivos consideran que los procesos mentales existen, que éstos pueden estudiarse de manera científica y que todos los seres humanos son participantes activos en sus propios actos de cognición (Ashcraft, 2006 citado por Woolfolk, 2010).

Según Monroy y col. (2014) el cognoscitismo intenta a través de los procesos de enseñanza y de aprendizaje la construcción en los estudiantes de habilidades:

1. Creativas e innovadoras.
2. Cognitivas: Observar, comparar, clasificar, resumir, interpretar, pensar críticamente, elaborar hipótesis, tomar decisiones, diseñar proyectos, imaginar, identificar, transferir y aplicar aprendizajes a nuevas situaciones y, entre otras más, solucionar problemas.
3. Metacognitivas.
4. Estrategias para autorregular el comportamiento: ¿Cómo prever, regular y evaluar el aprendizaje?

En síntesis, la intención es enseñar a pensar, es decir, que los estudiantes aprendan a aprender no solo durante los procesos de enseñanza y de aprendizaje, si para que sigan aprendiendo en su vida cotidiana, y que, por tanto, sean más plenos ante un mundo que no está interesado en que la gente piense y decida de manera personal (Monroy y col., 2014).

### **3.2.3 Constructivismo**

Ha adquirido gran relevancia, atención y discusión en los últimos años. El constructivismo es una propuesta teórico-metodológica. Según Monroy y col. (2014) el constructivismo es una postura epistemológica, interaccionista y genética:

1. Epistemológica: Porque analiza cómo se origina y modifica el conocimiento.
2. Interaccionista: Porque contempla los intercambios entre las condiciones del sujeto y las situaciones del objeto.
3. Genética: Porque trata de explicar la génesis del conocimiento.

De la misma forma Monroy y col. (2014), señala los supuestos teóricos o principios que fundamentan este paradigma:

1. La educación es una práctica social.
2. Las prácticas de enseñar y aprender consideran el nivel de desarrollo del alumno.
3. El alumno construye el conocimiento.
4. La diversidad contempla a cada alumno en sus estilos y ritmos de aprendizaje.
5. La construcción de la autonomía es el desafío de la enseñanza.
6. La persona es un ente en interacción.

El constructivismo es considerado una rama del cognitivismo. Se enfoca en la forma en como las personas forman significados por sí mismas. Dicho de otra forma, el conocimiento es una función de cómo el individuo crea significados a partir de sus propias experiencias (Peggy y Timothy, 1993).

El constructivismo es una teoría que trata de explicar cómo es que los humanos aprenden, intenta explicar cuál es la naturaleza del conocimiento humano, es decir, de cómo se fija este en la mente de las personas.

Parte fundamental del constructivismo es el hecho de considerar sumamente importantes los conocimientos previos (pueden ser formales, académicos, experiencias o creencias) de los

aprendices, ya que a partir de estos y de su reestructuración es que se da cabida a los nuevos conocimientos.

El aprendizaje consiste en establecer relaciones entre los nuevos contenidos y los conocimientos previos o preexistentes en los alumnos. El quehacer del alumno se vuelve de suma importancia, ya que este se convierte en el creador y modelador de su propio aprendizaje. Los aprendices integran el nuevo conocimiento de una mejor forma si lo hacen gozando de actividades que involucran el roce, comunicación y diálogo con otras personas como compañeros y docentes.

Este aprendizaje debe estar contextualizado, es decir, debe acercarse al aprendiz a su cultura, pero también lo aprendido debe servir para buscar nuevos caminos que lo lleven a solucionar determinados problemas a los que se enfrenta en su mundo social y cultural.

El constructivismo plantea la atención particular a cada aprendiz, ya que cada alumno es un ser único, tiene características propias, posee un ritmo de aprender específico, posee una forma distinta de pensar y percibir el mundo que lo rodea, dependiendo de su contexto social y cultural. Dicho esto, el diseño instruccional elaborada por los docentes debe estar orientada a la pluralidad y diversidad de los aprendices que tiene a su carga, tarea por cierto nada sencilla pero sin lugar a dudas muy enriquecedora.

Si bien es cierto que hay objetivos y conocimientos que el alumno debe cumplir y poseer, el camino para cumplirlos no necesariamente debe ser el mismo para todos los aprendices, así que el diseño instruccional debe contener diferentes senderos y sobre todo los más adecuados para solventar y cubrir de la mejor manera las diferencias que imperan dentro de un determinado grupo de estudiantes.

El constructivismo ofrece un modelo del docente, este adquiere el rol de:

1. Observador e interventor continuo de los aprendizajes.
2. Creador de ambientes propicios para el aprendizaje.
3. Propone actividades variadas para facilitar el conocimiento.
4. Orientador y reductor de las tareas.
5. Promotor de la reflexión sobre lo aprendido.
6. Obtiene conclusiones para replantear los procesos de enseñanza aprendizaje.

Según Monroy y col. (2014) el constructivismo toma en cuenta los contenidos de aprendizaje de tres tipos: 1. Declarativos: datos, fechas, conceptos, etc., (saber); 2. Procedimentales: habilidades

cognitivas y metacognitivas, técnicas, reglas, métodos, procesos, destrezas (saber hacer) y 3. Actitudinales: aprendizaje de normas, valores y de actitudes frente al conocimiento (saber ser).

Una evaluación practicada desde el constructivismo es de tipo permanente y debe llevar a una reflexión del quehacer docente en todo momento, esto con el fin de ir adecuando y conjugando el proceso de enseñanza aprendizaje, así como también para mejorar las relaciones personales dentro del aula, esto último gracias al aprendizaje y desarrollo de los valores.

Como ya se señaló la evaluación se realiza en todo momento, al inicio se aplica una evaluación diagnóstica para recuperar los conocimientos previos; durante la implementación de una secuencia didáctica se utiliza la evaluación formativa, en ella se evalúan las estrategias utilizadas, la potencialidad de los recursos didácticos y pedagógicos, etc.; finalmente se debe aplicar una evaluación de tipo sumativa, la cual da cuenta y da pie a la reflexión sobre los niveles de aprendizaje obtenidos.

El constructivismo da cuenta y engloba dentro de un mismo proceso la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación.

El constructivismo está fundamentado en los trabajos desarrollados por Piaget, Vygotsky, Ausubel, Bruner, etc., cada uno de ellos enriqueció y aportó de manera significativa a la construcción y enriquecimiento de este paradigma.

### **3.2.1.1 Constructivismo psicológico (cognoscitivo)**

Su máximo expositor fue el psicólogo suizo Jean Piaget. Él consideraba que los conocimientos se construyen al transformar, organizar y reorganizar conocimientos previos. La exploración y el descubrimiento son más importantes que la enseñanza (Woolfolk, 2010).

Para el constructivismo psicológico aprender significa construir el conocimiento y desarrollar estructuras cognitivas cada vez más complejas, que llevan a los individuos a una mejor adaptación al medio que los rodea.

### **3.2.1.2 Constructivismo Social**

El mayor expositor de esta corriente fue el ruso Lev Semenovich Vygotsky quien falleció (hace más de 70 años) víctima de tuberculosis cuando solo tenía 38 años de edad.

El creía que la interacción social, las herramientas culturales y la actividad moldean el aprendizaje individual, es decir cuando los individuos participan en una amplia gama de actividades con los demás, los aprendices se apropian de los resultados (pueden ser estrategias o conocimiento) generados por el trabajo conjunto.

Así que por un lado Vygotsky creía en los procesos de aprendizaje de los individuos forjados por el contacto social, pero también creía que el aprendizaje ocurre en el interior de cada individuo, de forma individual (constructivista psicológico).

A través de la interacción se da un intercambio de significados en lo que uno de los involucrados va interiorizando los nuevos conceptos, de tal modo que son los adultos (o el compañero más capaz) los que por mediación semiótica (el lenguaje) se ponen en contacto con el otro, con el menos sabe, y le van ayudando e construir nuevos significados.

Para el constructivismo social el aprendiz debe formar parte de un determinado grupo donde se participa activamente para construir el conocimiento. Para Vygotsky es esencial lo que ha denominado la zona de desarrollo próximo; es decir, la distancia entre lo que una persona puede aprender por sí misma y lo que podría aprender con la ayuda de un experto en el tema. Es en esta zona en donde se produce el aprendizaje de nuevas habilidades, que el ser humano pone a prueba en diversos contextos (Woolfolk, 2010).

En la zona de desarrollo próximo es donde el docente y los alumnos expertos cumplen una función de suma importancia, ya que se convierten en un apoyo para que el “aprendiz novato” aprenda contenidos académicos que aún no son capaces de manejar, lo que finalmente se pretende es lograr que el aprendiz se vuelva cada vez más autónomo. Por tal motivo a pesar de la tecnología y de la educación a distancia, el roce y la complicidad que ocurre entre el docente y el aprendiz son necesarios para que las personas lleguen a adquirir una capacidad reflexiva y descubran como aprenden. Dicho esto, el protagonismo del docente es esencial, necesario y de suma importancia.

Así que, la escuela se convierte en un espacio social porque interactúan seres sociales con la intención de enseñar y aprender contenidos socialmente construidos (Monroy, 2014).

### 3.2.1.3 Ausubel y el aprendizaje significativo

Ausubel acuña el concepto de “aprendizaje significativo” para distinguirlo del repetitivo o memorístico, a partir de la idea de Piaget sobre el papel que desempeñan los conocimientos previos en la adquisición de nueva información y conocimientos. Para Ausubel la “significatividad” sólo es posible si se logran relacionar los nuevos conocimientos con los que ya posee el sujeto: “Ausubel hace una fuerte crítica al aprendizaje por descubrimiento y a la enseñanza mecánica repetitiva tradicional, al indicar que resultan muy poco eficaces para el aprendizaje de ciencias (Tünnermann, 2011).

Según Tünnermann (2011) Ausubel definió tres condiciones básicas para que se produzca el aprendizaje significativo:

1. Que los materiales de enseñanza estén estructurados lógicamente con una jerarquía conceptual, situándose en la parte superior los más generales, inclusivos y poco diferenciados.
2. Que se organice la enseñanza respetando la estructura psicológica del alumno, es decir, sus conocimientos previos y sus estilos de aprendizaje.
3. Que los alumnos estén motivados para aprender.

Dicho esto, Piaget, Vygotsky, Ausubel, etc., tuvieron una aportación y gracias a ellos se enriqueció lo que se conoce como constructivismo, cada uno generó e idealizó una corriente constructivista propia, sin embargo, todas ellas tienen dos puntos en común, que son:

1. Los aprendices son los responsables activos (no pasivos) en la construcción de su propio conocimiento y
2. Las interacciones entre individuos son de suma importancia en el proceso de construcción del conocimiento.

¿Cómo ocurre el aprendizaje según esta teoría?

Según Peggy y Timothy (1993) el aprendizaje según el constructivismo tiene las siguientes características:

1. La mente filtra lo que nos llega del mundo para producir su propia y única realidad.
2. Lo que conocemos del mundo nace de la propia interpretación de nuestras experiencias.
3. Las representaciones internas están constantemente abiertas al cambio.
4. El conocimiento emerge en contextos que le son significativos, por lo tanto, deben examinarse las experiencias.

5. No se asegura que el individuo conozca hechos particulares sino más bien que pueda elaborar e interpretar la información.
6. La memoria siempre está en construcción.
7. Es innecesaria la mera adquisición de conceptos o detalles fijos, abstractos o autocontenidos.
8. Para que el aprendizaje sea exitoso duradero y significativo este debe incluir tres factores cruciales: actividad (ejercitación), concepto (conocimiento) y cultura (contexto).
9. El aprendizaje puede facilitarse envolviendo a la persona en tareas auténticas ancladas en contextos significativos.

Según la doctora Frida Díaz-Barriga y el maestro Gerardo Hernández Rojas citados por Tünnermann (2011) los principios educativos asociados con una concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza, son los siguientes:

1. El aprendizaje implica un proceso constructivo interno, autoestructurante y en este sentido, es subjetivo y personal.
2. El aprendizaje se facilita gracias a la mediación o interacción con los otros, por lo tanto, es social y cooperativo.
3. El aprendizaje es un proceso de (re)construcción de saberes culturales.
4. El grado de aprendizaje depende del nivel de desarrollo cognitivo, emocional y social, y de la naturaleza de las estructuras de conocimiento.
5. El punto de partida de todo aprendizaje son los conocimientos y experiencias previos que tiene el aprendiz.
6. El aprendizaje implica un proceso de reorganización interna de esquemas.
7. El aprendizaje se produce cuando entra en conflicto lo que el alumno ya sabe con lo que debería saber.
8. El aprendizaje tiene un importante componente afectivo, por lo que juegan un papel crucial los siguientes factores: el autoconocimiento, el establecimiento de motivos y metas personales, la disposición por aprender, las atribuciones sobre el éxito y el fracaso, las expectativas y representaciones mutuas.
9. El aprendizaje requiere contextualización: los aprendices deben trabajar con tareas auténticas y significativas culturalmente, y necesitan aprender a resolver problemas con sentido.
10. El aprendizaje se facilita con apoyos que conduzcan a la construcción de puentes cognitivos entre lo nuevo y lo familiar, y con materiales de aprendizaje potencialmente significativos.

Dicho esto, tanto Peggy y Timothy (1993) como la doctora Frida Díaz-Barriga y el maestro Gerardo Hernández Rojas citados por Tünnermann. (2011), resumen muchos de los principios teóricos que definen al constructivismo.

Los modelos educativos actuales, las escuelas y los profesores tienen conocimientos de los fundamentos teóricos sobre el constructivismo, sin embargo, la aplicación en las aulas está lejos de concretarse, debido a que las condiciones que imperan en el contexto escolar no propician su implementación, prueba de ello son los grupos numerosos, los exámenes departamentales, la abundancia de contenidos, tiempos establecidos para revisar los contenidos, etc.

Parte importante de la educación es preparar a los estudiantes para una vida social digna así como para los retos y exigencias del presente siglo. EL quehacer de la educación es crear individuos con conocimientos que los ayuden a ser reflexivos y a estar comprometidos con los valores, con el medio ambiente y con las políticas sociales, esto con el afán de que nuestro país se ayude de la fuerza de los jóvenes y que salga delante de los vaivenes que nos depara el siglo XXI.

Dicho esto, el trabajo del docente se vuelve cada vez más importante, pero por si solo no puede con todo el peso de la tarea, necesita de la ayuda de las instancias gubernamentales, y sobre todo de la participación activa de la familia, de todos y cada uno de los estudiantes, con el fin de que la educación deje los frutos deseados, es decir, crear individuos con valores, reflexivos, participativos y comprometidos con la sociedad.

### **3.3 EL APRENDIZAJE, LAS EMOCIONES Y EL JUEGO**

Desde hace muchos años se han hecho pronunciamientos sobre la importancia e influencia que tienen las emociones en el aprendizaje tanto en niños como en personas adultas. Hoy en día se tiene bastante certeza de que las emociones son esenciales en el desarrollo académico de los estudiantes, con ello el aprendizaje ha dejado de tener una concepción puramente intelectual y las instituciones educativas han argumentado la necesidad del manejo de las emociones dentro del aula, no solo por la influencia que estas tienen en el aprendizaje sino en el desarrollo de la vida de los aprendices.

Y es que como lo señala Goleman (1999) ...la inteligencia académica no ofrece la mayor preparación para la multitud de dificultades (o de oportunidades) a las que debemos enfrentarnos a lo largo de nuestra vida. No obstante, aunque un elevado CI no constituya la menor garantía de prosperidad,

prestigio ni prosperidad, nuestras escuelas y nuestra cultura, en general siguen insistiendo en las habilidades académicas en detrimento de la inteligencia emocional, de ese conjunto de rasgos (que algunos llaman carácter) que tan decisivo resulta para nuestro destino personal.

Así, las personas con una inteligencia emocional desarrollada son más eficaces, están más motivados por las tareas y son más productivos a diferencia de las personas que tienen una vida emocional perturbada (poco productivos, no piensan con claridad, están desmotivados, etc.).

Es complicado definir lo que son las emociones, dado su carácter multicausal, sin embargo, se puede señalar que las emociones son fenómenos biológicos y cognitivos que aparecen como respuesta a un evento o situación de emergencia, o a eventos sorpresivos.

Existen emociones tanto positivas como negativas. Las primeras, van acompañadas de sentimientos placenteros y sus resultados son benéficos, entre se encuentran el amor, la felicidad, la alegría, etc., las negativas van acompañadas de sentimientos desagradables, entre ellas están el miedo, la ansiedad, la ira, hostilidad, la tristeza, el asco, etc.

En las escuelas del siglo XXI es necesario enseñar a los estudiantes como controlar las emociones negativas, ya que si estas persisten, interfieren con el aprendizaje, debido a que las emociones y la cognición se encuentran en la misma área cerebral, es decir, las emociones y el aprendizaje tienen una alta correlación.

Los docentes deben reflejar emociones positivas al momento de estar en el aula, ya que muchas veces los estudiantes imitan lo que ven en sus profesores, imitan la imagen que este les refleja y si el docente refleja enojo, desagrado, fastidio, etc., los estudiantes se verán influenciados por estas emociones y el resultado del aprendizaje será negativo.

Por otro lado el docente debe ser el ejemplo para sus estudiantes, siempre y en todo momento debe dirigirse con respeto hacia ellos y siempre debe mostrar que el trabajo que desempeña en el aula es producto de una preparación previa.

El manejo de las emociones dentro del aula está también en como el docente trata y se relaciona con sus estudiantes, por ello es de vital importancia crear climas emocionalmente positivos, climas propicios para generar el aprendizaje, climas donde impera el respeto, la confianza, así como el resto de los valores. Algo que no se debe dejar de lado y que los docentes y alumnos siempre deben tener

en cuenta es que el cumplimiento de las reglas es esencial y de vital importancia para crear un ambiente propicio para el aprendizaje.

Los estudios neurocientíficos han arrojado gran cantidad de pistas sobre cómo las personas aprenden, gracias a esta ciencia hemos comprendido que una parte importante en el aprendizaje son precisamente las emociones, cuando el cerebro se emociona y se motiva, aprende, por ejemplo, muchos de nosotros recordaremos con exactitud que estábamos haciendo cuando ocurrió el sismo del 19 de septiembre de 2017.

### **3.3.1 MOTIVACIÓN**

En su origen etimológico la palabra motivación proviene del latín y su raíz, *motus*, significa movimiento, motivo; lo que se mueve. Es un constructo que explica el porqué del comportamiento humano. Por lo general la motivación se define como un estado interno que activa, dirige y mantiene el comportamiento. La motivación tiene cinco áreas que son: opciones, inicio, intensidad, perseverancia o pensamientos (Monroy, 2014).

Desde tiempos antiguos se ha identificado la importancia que tiene la motivación en la adquisición de conocimientos nuevos, en la cognición y en el desempeño de las personas que están teniendo un proceso de aprendizaje.

En infinidad de momentos los seres humanos hemos estado motivados, en esos momentos dirigimos nuestra energía y todo nuestro esfuerzo en la realización del objetivo o meta que nos llevó a estar motivados. Aquí surge una pregunta ¿Qué es lo que ocurre o que es lo que dirige la motivación para realizar una tarea o alcanzar una meta?, la respuesta aun no es clara algunos psicólogos consideran que se debe a impulsos, necesidades, incentivos, presión social, intereses, valores, creencias, etc., otros consideran que la motivación depende de rasgos de la personalidad de los individuos y otros más consideran que la motivación es solo un estado temporal.

Dicho esto, podemos observar que la motivación tiene como base y depende tanto de factores internos (personalidad, intereses y curiosidad) como externos (recompensas, castigos, presión social, etc.)

Desde un punto de vista sumamente clásico los estudiosos de este tema han dividido el proceso motivacional en: intrínseco y extrínseco.

La motivación intrínseca involucra la propia naturaleza de cada individuo, está bajo su dominio, está relacionada con los deseos de alcanzar una meta, vencer desafíos, tener logros, es decir, con la

autorrealización. Para los alumnos que están motivados intrínsecamente el aprendizaje es por sí mismo la recompensa y la motivación del logro se encuentra en elaborar la tarea, no necesitan de castigos ni de incentivos.

Mientras tanto, y de forma totalmente opuesta, en la motivación extrínseca los individuos pueden realizar algunas actividades impulsados por recompensas externas. En el caso de los alumnos, estos pueden realizar una tarea por el hecho de obtener una buena calificación, de evitarse algún contratiempo o un castigo, de agradar al profesor a alguna otra persona. En la motivación extrínseca los estudiantes ven el aprendizaje como algo que les va a permitir obtener beneficios y evitar incomodidades, es decir, el aprendizaje está basado en las consecuencias que pueden tener sus resultados.

Cuando se habla de motivación intrínseca o extrínseca se hace referencia al locus de causalidad de la acción o de control de la acción, es decir, donde se encuentra o se localiza (interna o externa) la razón para actuar o realizar una cierta tarea.

Los diferentes paradigmas de la educación han dado importancia a alguno de los dos tipos de motivación, así tenemos que, el paradigma conductista realza la motivación extrínseca, al ser esta producto de recompensas o castigos otorgados por los docentes a los estudiantes. El enfoque humanista y constructivista le dan prioridad a la motivación intrínseca, ya que trata de realzar el sentido de competencia, autoestima, autonomía y autorrealización de los estudiantes.

La actitud que toman los estudiantes dentro del aula cambia continuamente, algunos en ocasiones comienzan motivados y con deseos de realizar las tareas, y así siguen durante toda la sesión, en cambio hay estudiantes que por un rato trabajan muy bien pero se distraen fácilmente, cambian su actitud y al final decae su deseo de trabajar.

Dicho esto, los docentes debemos hacer lo posible por mantener motivados, con deseos y con una actitud positiva hacia el trabajo a cada uno de nuestros estudiantes.

### **Importancia de la motivación en el aprendizaje individual**

La motivación es el combustible que mueve la conducta de los individuos. La motivación permite, en el caso de los estudiantes, que estos tengan cambios favorables en su actitud. Sin embargo, la comprensión de cómo se da este proceso aún sigue sin resolverse, aunque muchos investigadores afirman que en el proceso de la motivación está marcada por la activación, dirección y persistencia de un cambio de conducta.

Una tarea nada sencilla que deben realizar los docentes es motivar y sobre todo mantener esta en un nivel adecuado durante cada una de las sesiones que tienen con cada uno de sus grupos.

Para lograr la motivación dentro del aula es necesario tener en cuenta varios factores, ya que estos dirigen y guían la conducta de los estudiantes. Factores como el auto concepto que tenga de si cada alumno, las expectativas, las percepciones y las metas de las tareas a realizar, la retroalimentación, creencias acerca de las capacidades intelectuales creencias acerca de la valía de las personas, los intereses, la curiosidad y las emociones están involucrados para guiar la conducta de los estudiantes dentro del salón de clases.

No hay que olvidar que el contexto externo del estudiante es sumamente importante para iniciar y mantener la motivación dentro del aula, muchas veces el contexto en el que se desarrollan los estudiantes no es el adecuado para promover la motivación, así que esta variable tienen una notable influencia en el desarrollo de la motivación y por consecuencia en el aprendizaje.

Los estudios recientes sobre el aprendizaje han arrojado datos interesantes de la forma en como el aprendizaje está íntimamente ligado a las emociones, se ha demostrado que ambas funciones comparten la misma porción cerebral. Así que partiendo de esto, los trabajos académicos dentro del aula deben girar en torno a aspectos tanto cognitivos (capacidades y conocimientos) como emocionales y motivacionales (disposición, intención).

La motivación genera una alta disposición en los estudiantes para desarrollar sus actividades, provocando de esta forma que el proceso de aprendizaje tenga mejores resultados. También permite que los docentes se acerquen o alcancen los objetivos establecidos, además de que alimenta y nutre la autoestima y el autoconcepto de los estudiantes.

Los docentes estamos ocupados y preocupados por desarrollar en los alumnos la motivación para aprender, este momento se define como la tendencia de los estudiantes para encontrar actividades académicas significativas y valiosas.

Carol Ames (1990, 1992) identificó seis áreas donde los profesores toman decisiones que podrían influir en la motivación del estudiante para aprender: la naturaleza de la tarea que se solicita que los estudiantes realicen, la autonomía que se da a éstos en el trabajo, la forma en que se reconoce a los individuos por sus logros, las prácticas de agrupamiento, los procedimientos de evaluación y la organización del tiempo en el aula. Epstein (1989) acuñó el acrónimo TARGET (por las siglas de task, autonomy, recognition, grouping, evaluation y time) (Woolfolk. 2010). Así, el acrónimo TARGET hace referencia a: 1. Naturaleza de Tarea (T); 2. Autonomía (A); 3. Reconocimiento (R); 4. Agrupamiento; 5. Evaluación (E) y 6. Tiempo (T).

Dicho esto, los docentes deben en todo momento motivar a sus estudiantes, para lograrlo se puede hacer lo siguiente:

1. Realizar un diagnóstico para conocer las expectativas, las necesidades, posibilidades y limitaciones de los estudiantes.
2. Permitir que los alumnos tomen decisiones (autonomía).
3. Ayudar a los estudiantes a planear acciones para lograr metas seleccionadas por ellos.
4. Proporcionar fundamentos para los límites, las reglas y las restricciones.
5. Los ambientes controladores (palabras como debes, tienes, deberías) disminuyen la motivación intrínseca.
6. Hacer hincapié en que las capacidades no son fijas, sino que siempre se pueden mejorar.
7. Diseñar varias formas para cubrir un objetivo. Relacionar los objetivos de los contenidos con las experiencias de los alumnos. Identificar intereses, pasatiempos y actividades extracurriculares de los alumnos que podrían incorporarse a las lecciones y discusiones de clase.
8. Asegurarse de que las instrucciones sean claras. Complementar la instrucción con sentido del humor, experiencias personales y anécdotas que muestren el lado humano de los contenidos.
9. Realiza una planificación de las situaciones de enseñanza (presentar de una forma atractiva los contenidos).
10. Tener un clima afectivo (ser empático) y de respeto dentro del aula, preguntar de forma continua, guiar los contenidos con lo que el alumno conoce o le es familiar.
11. Valorar y reconocer el esfuerzo personal realizado (posibilidades y limitaciones), permitir que los alumnos expresen sus sentimientos.
12. Los estudiantes estarán motivados por aprender si se sienten identificados, y ende, participan como miembros activos de un grupo de trabajo.
13. Mostrar interés y preocupación por parte de los docentes y padres hacia los
14. intereses y bienestar de los estudiantes. Inspirar confianza.

Por otro lado, las neurociencias también han demostrado que el cerebro se emociona y por ende aprende cuando pasa de lo lingüístico a lo visual; trabajar en un equipo, estar en contacto con la

naturaleza y por su puesto las actividades lúdicas (el juego) también son motivantes y esenciales para el aprendizaje.

Con respecto al juego cabe señalar lo siguiente, esta actividad es tan vieja como el propio Ser Humano, y un juego bien planteado y dirigido estimula, educa y permite ejercitar las facultades que son necesarias para la vida real, que de otro modo difícilmente podríamos poner en práctica en la Escuela. Así, el juego puede convertirse en una importante herramienta didáctica donde la inteligencia, la inventiva, la toma de decisiones y la capacidad de improvisación son fundamentales (Ibáñez, 2015). Así mismo Frola y Velásquez (2011) indica que cuando los niños o los adolescentes participan en un juego, echan mano de los recursos con los que cuentan y los ponen en práctica de manera integral, de tal manera que sus conocimientos, habilidades y actitudes se combinan durante el desarrollo de este

Los juegos son utilizados con fines educativos en muchas escuelas del mundo desde tiempo atrás. Repasando la historia se reconoce la importancia del uso del juego con propósito educativo desde la antigua Grecia ya que se consideraba que estimulaba el aprendizaje de los niños y preparaba para las actividades que se desarrollaran en la vida adulta.

Los seres humanos tienen la necesidad de jugar, es parte de su naturaleza, convirtiéndose esta actividad en una necesidad superior, de tal manera el juego satisface otros sentimientos como el sentido de pertenencia, de relacionarse con otros, etc., y es precisamente la simulación una estrategia didáctica de tipo lúdico.

### **3.4 ¿QUÉ ES UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA?**

Pimienta (2012) señala que las estrategias de enseñanza-aprendizaje son instrumentos de los que se vale el docente para contribuir a la implementación y el desarrollo de las competencias de los estudiantes.

Son herramientas usadas por el docente dirigidas a los estudiantes, son útiles para que los aprendices logren la construcción de su propio aprendizaje, y de esta forma logren alcanzar los objetivos y metas planteadas. Su utilización y aplicación son responsabilidad del docente.

Las estrategias de enseñanza pueden ser agrupadas, dependiendo del momento de la secuencia didáctica, así se tienen estrategias dirigidas a la preparación, también llamado inicio (actividades preinstruccionales), dirigidas al procedimiento también llamado desarrollo (actividades coinstruccionales), y dirigidas a la etapa de consolidación, también llamada cierre (actividades postinstruccionales).

El gran cumulo de estrategias de enseñanza se pueden clasificar en actividades preinstruccionales (lecturas contextualizadas, películas, analogías, lluvia de ideas, etc.), coinstruccionales (cuadros sinópticos, carteles, ensayos, prácticas de laboratorio, simulaciones, organizadores gráficos, etc.) y postinstruccionales (resúmenes, obtención de conclusiones, etc.).

### **3.4.1 SIMULACIONES**

#### **3.4.1.1 Tipos de simulaciones**

En el ámbito educativo según Taylor (1983) es posible reconocer los siguientes tipos de simulaciones, las cuales pueden ser útiles como estrategias de aprendizaje:

##### **1. El estudio de casos:**

Es una técnica destinada a presentar una situación a través de papeles “históricos” elegidos. Se crea una relación descriptiva, usando diferentes combinaciones de datos del mundo real, narraciones, cintas grabadas o películas. Aunque comúnmente no se piensa en él como en una simulación, el estudio de casos depende de un uso altamente selectivo de una muestra representativa de materiales sacados de una variedad de programas. Se requiere de una considerable sensatez para determinar qué hay que presentar u omitir, pero un rasgo medular del estudio de casos se refiere al grado en que está relacionado con la realidad al usar una gran cantidad de material del mundo real.

##### **2. La representación de papeles o “role playing”.**

Requiere que los participantes representen e improvisen papeles y situaciones usando una base dada de datos como punto de partida. Los participantes deben elaborar una secuencia de acontecimientos. Puede ser a menudo una actividad relativamente simple y directa. Todo lo que se requiere es que el participante acepte una nueva identidad y actúe de esa forma, lo importante es imaginar esa identidad, es comprender la situación de otra persona.

La representación de papeles hay que verla como una actividad generalmente más abierta que otras formas de simulación. Se refiere a la actuación individual y a la interacción grupal para descubrir puntos de vista, lograr empatía y desarrollar habilidades, más que para resolver problemas. Puede cubrir situaciones más fantásticas y está abierta a un desempeño muy dramático.

### **3. La simulación-juego:**

Se ubica en un nivel superior de abstracción y ello supone que se encuentre a medio camino entre el estudio de casos y la representación de papeles por un lado, y la simulación mediante ordenador por el otro. Se considera menos abstracta que la simulación mediante ordenador, pero es más completa que el role-playing porque depende de procedimientos más formalizados y de una mayor estructuración de las relaciones. Trata de representar la esencia de una situación y la mayoría de los juegos tienen como objetivo entender un proceso de toma de decisiones que involucra a la vez elementos cualitativos y cuantitativos.

### **4. La simulación mediante ordenador.**

Esta rama de la simulación está apoyada en las matemáticas. La teoría de las probabilidades, la teoría de los juegos y otras técnicas matemáticas asociadas son utilizadas para incorporar elementos de suerte y azar en actividades simuladas, las cuales necesitan o requieren ser procesadas por una computadora. Se destinan a proporcionar respuestas más que a la comprensión de procesos, y en consecuencia, la participación humana se limita a un desarrollo inicial, el programa, y a una respuesta en relación con el resultado que se produce.

En este estudio se utilizará solo el segundo tipo de simulación propuesta por Taylor (1983) que corresponde a la **Representación de papeles o “role playing”**, ya que se utilizara como estrategia didáctica para el aprendizaje de la respiración celular, y **nos referiremos al role playing usando también la palabra simulación o juego de roles.**

La primera simulación reconocida como tal se le atribuye a la armada prusiana en el siglo XIX. La idea era la de simular una situación real para evaluar el comportamiento y la conducta de los oficiales de la marina (Ibáñez, 2015), con el paso del tiempo la simulación se ha introducido en el ámbito empresarial y en la educación, este último campo la ha adoptado como una estrategia de aprendizaje, pero desafortunadamente ha sido poco utilizada.

En el presente trabajo se pretende que equipos de alumnos se presenten a un congreso simulando ser bioquímicos, el congreso será sobre respiración celular, aquí los bioquímicos explicaran y expondrán sus conocimientos en el estudio de este tema tan importante para la vida, pero a la vez difícil de entender por el alto grado de abstracción y por el gran número de reacciones químicas que están involucradas en este proceso.

Así que, debido a las características y ventajas de usar las simulaciones en la educación, esta puede ser una estrategia que sea de mucha utilidad para que los estudiantes de media superior aprendan el proceso de la respiración celular y que además desarrollen otras habilidades como trabajo colaborativo, desarrollar su autonomía, hablar con claridad ante el público, etc.

Para la evaluación de las dramatizaciones o simulaciones, es recomendable crear situaciones verosímiles que permitan a los estudiantes experimentar y resolver problemas propios del ejercicio profesional. Esto último, permite a este tipo de evaluaciones ser una excelente herramienta pedagógica para potenciar tanto los contenidos actitudinales como el trabajo en grupo. Los estudiantes no solo deben realizar un trabajo al interior del grupo para preparar la dramatización o simulación, sino que también deben presentar ante todo el curso, el cual presencia el producto final y lo vive como observador participante (Lara y Cabrera, 2015).

Esta estrategia también es conocida como representación de papeles, escenificación, es un método de enseñanza en el cual los participantes asumen una identidad distinta a la suya propia para enfrentarse con problemas reales o hipotéticos, de una manera informal pero realista (Parra, 2003).

Este tipo de simulación es una estrategia que pretende representar situaciones de la vida real en la que participan los alumnos actuando roles, con la finalidad de dar solución a un problema o, simplemente, para experimentar una situación determinada (Pimienta, 2010).

Permite que los alumnos se enfrenten a situaciones que se puedan presentar en el ámbito laboral. Para desarrollar en ellos estrategias de prevención y toma de decisiones eficaces.

La simulación en la actualidad es muy utilizada en diversas profesiones, pero la medicina es una de las que más la ha empleado con éxito (Pimienta, 2012). En las carreras relacionadas con la salud como medicina o enfermería esta práctica es muy común, a los estudiantes que cursan dichas

licenciaturas los exponen a simulaciones de forma constante con el fin de que se vayan familiarizando con eventos que más tarde serán casos reales.

La simulación es una estrategia didáctica que permite a los alumnos acercarse a situaciones similares a la realidad pero en forma ficcional. Es una experiencia que ayuda a desarrollar la confianza y seguridad necesaria para pararse frente a un grupo y “actuar” en un contexto artificial. Contribuye a aprender en situaciones de práctica, a tomar decisiones para la actuación y abordar imprevistos, potenciando la capacidad de reflexionar en la acción (Sánchez, 2012).

Por su parte Grande de Pardo y Abella (2010) consideran que los juegos de rol suponen interpretar, experimentar en cierta forma otros papeles, otras experiencias y, por ello, pueden jugar una importante baza. Los jugadores pueden experimentar, simular e interpretar situaciones ficticias en las que pueden sentir una mayor implicación que con otras dinámicas. Por supuesto pueden interesarnos cuestiones que sean el *leit motiv* de la historia (o no). Si quiero que mis alumnos experimenten lo que es la discriminación racial o xenofobia, puedo decirles que en EEUU durante mediados del siglo XX existían fuertes limitaciones a los derechos civiles. Como contenido teórico puede ser fagocitado y expulsado durante un examen, pero tal vez se pueden emplear los juegos de rol para plantear algo que sea provechosamente asimilado por la mente del jugador.

Consiste en la ejecución de una actividad directamente vinculada con la formación profesional. En ella, el estudiante debe desempeñarse como si estuviera ejerciendo un rol profesional dentro de un contexto laboral. Por lo tanto, para alcanzar buenos resultados el estudiante debe activar una estructura de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales que le permitan enfrentar la situación propuesta (Lara y Cabrera, 2015).

Al finaliza las simulaciones y con el fin de que tengan una mejor funcionalidad es recomendable hacer comentarios sobre esta estrategia didáctica, haciendo referencia principalmente a: como trabajo cada uno de los equipos en la situación que les toco representar, que otras alternativas pudieron haber tomado, como lo pueden extrapolar al ejercicio de su profesión, etc.

### **3.4.1.2 Ventajas de las simulaciones (role playing)**

Pimienta (2012), indica la utilidad de las simulaciones en el proceso de aprendizaje, la siguiente lista precisamente señala las cualidades de esta estrategia de aprendizaje:

1. Favorecer prácticas innovadoras.

2. Solucionar problemas.
3. Transferir conocimientos, habilidad y capacidades a diversas áreas de conocimiento.
4. Favorece la metacognición.
5. Realiza el aprendizaje colaborativo.
6. Desarrollar la autonomía.
7. Propiciar un acercamiento a la realidad laboral y profesional.

De igual forma Grande de Prado y Abella (2010) hacen una comparación entre la escuela tradicional y la simulación, en dicha comparación claramente se observan como la simulación abarca y posee muchos de los aspectos propios del paradigma constructivista, así que la implementación en el aula puede y debe dejar en el alumnado la generación de aprendizajes más allá de la memorización obligada.

<b>Escuela tradicional</b>	<b>Simulación</b>
Motivación externa	Automotivación
Actividad formal	Lúdica
Obligatoria	Voluntaria
Racionalidad y racionalismo	Mito y fantasía
Conocimientos fraccionados	Conocimientos globalizados
Imita y copia conocimientos	Creatividad y construcción de significados nuevos
Rigidez y autoritarismo	Autoorganización del conocimiento e investigación
Dogmatismo científico	Pensamiento crítico
Grandes hechos	Concede importancia a pequeñas informaciones
Lecturas obligadas	Motivación para la lectura
Memorización forzada	Memorización voluntaria
El profesorado no tiene tiempo para interactuar	Interacción entre compañeros
Baja comunicación	Potencia diálogo
Competitividad	Colaboración
Trabajo individual	Trabajo colectivo
Valores teóricos	Valores vividos: empatía, tolerancia, toma de decisiones y responsabilidad.
Anónimo y uniforme	Autoafirmación personal
Formación para el futuro	Formación "just in time"
Motivación externa	Incentivación para aprender a aprender
Inseguridad y frustración	Seguridad y autoestima
Sensación de aprender cosas inservibles	De respuesta a necesidades afectivas
Clases coercitivas	Libertad de movimientos y expresión

Angustia	Terapéutico, liberador de tensión
Centrado en el pasado	Vivencias anticipadoras
Uniformidad	Multiculturalidad

Cobo y Valdivia (2015) señalan algunas ventajas de usar esta estrategia de aprendizaje en el campo del conocimiento del derecho, para ellos la simulación tiene las siguientes ventajas:

1. Estimular que los estudiantes exploren y comprendan su propio comportamiento y el de otras personas en situaciones simuladas. Promover un proceso de auto análisis del rol asumido a partir de la retroalimentación brindada.
2. Reconocer formas alternativas de pensar y actuar. Desarrollar relaciones interpersonales y habilidades de comunicación.
3. Facilitar la transferencia del aprendizaje hacia situaciones de la vida profesional.

Ahora bien, de acuerdo al grado de elaboración de los papeles y la preparación de los participantes previo a la representación, el juego de los roles puede ser no estructurado o estructurado.

En el juego de roles no estructurado, también todos los participantes conocen de antemano las características de los personajes, de la situación y los criterios a observar, pero su descripción es más bien general y los «actores» comienzan a jugar, sin preparación previa. Mientras que el juego de los aspectos deseados, el no estructurado favorece la creatividad y proyección de las motivaciones, creencias y actitudes de los participantes en la escenificación (Parra, 2003).

En el juego de los roles estructurado, los actores y el grupo de observadores poseen una descripción bastante detallada de las características de los personajes a representar o de la situación en que se desarrollará la acción, así como de los criterios establecidos para la retroalimentación y cuentan con un tiempo de preparación antes de la escenificación (Parra, 2003). El presente trabajo estará basado en el juego de roles estructurado, ya que habrá una preparación y ensayos previos.

Finalmente, es bien sabido que la gran mayoría de los estudiantes tienen pánico a los escenarios, por ello, es importante que desarrollen la capacidad de expresarse frente a un público, en este caso sus compañeros, y la simulación es una excelente herramienta de la cual pueden echar mano para ir desarrollando esta capacidad.

### 3.4.1.3 Etapas de una simulación (role playing)

Pimienta (2012) indica los pasos a seguir durante las simulaciones, cabe señalar que este autor no maneja como tal un nombre para cada fase, sin embargo, en el presente trabajo si se indica un nombre, el cual solo es un referente, ya que el contenido de cada paso es el mismo que plantea este autor, dicho esto, los pasos o fases son los siguientes:

**1. Fase de organización**, las simulaciones no son improvisadas. Se deben analizar las características del alumno participante y del ambiente de aprendizaje, para luego organizar las situaciones o modelos de modo que se acerquen lo más posible a la realidad. Se presenta la dinámica a los alumnos.

**2. Fase de introducción**, aquí los alumnos se familiarizan con las “normas” (instrucciones) y materiales. Se consideran las reglas sobre las cuales se realizara la simulación. Esta fase puede ser bastante larga en las simulaciones de situaciones complejas. Puede ser necesario algún entrenamiento o ensayo previo, sobre todo si se usan equipos complicados y se aplican reglas complejas. Se presenta el caso al estudiante o estudiantes sobre el cual llevara a cabo la simulación.

**3. Fase de interacción**, es poner en práctica el juego, aquí los alumnos realizan la simulación de forma individual o en equipos, pueden ocurrir en muchas “rondas de juego”. Se propicia la interacción de los alumnos en una simulación dada. El ambiente debe ser relajado para que actúen con la mayor naturalidad posible y para que fluya la creatividad.

**4. Fase de evaluación**, de la situación representada, en la que se juzga y estima el éxito o fracaso, así como también la calidad del desarrollo del juego.

## 3.5 ORGANIZADORES GRÁFICOS

Al momento de presentarse “al congreso, los bioquímicos” tendrán que presentar material visual con el que expongan sus conocimientos y saberes acerca de la respiración celular, el material visual constara de una presentación la cual debe incluir organizadores gráficos.

La creciente importancia que se le está dando en estos últimos años a todo lo concerniente al lenguaje visual y su fuerte incidencia en la percepción humana como un cambio de paradigma en el

modo de pensar y aprehender el entorno, situación que amplía aún más el campo de acción del diseño de información y lo ubica en el plano de estudio de las ciencias cognitivas (Reinhardt, 2007).

Los organizadores gráficos son la representación gráfica de la información que se obtiene después de leer un texto determinado, en ellos se estructura y se sintetiza la información más relevante e importante, de lo antes leído, de forma visual.

Los organizadores gráficos ayudan a los estudiantes a desarrollar habilidades como: La comprensión, el pensamiento crítico y creativo, comprensión, la memorización (retener y recordar información nueva), el análisis, interacción con el tema, empaque de ideas principales, construcción de conocimiento, jerarquizar y ubicar categorías.

Organizar la información de forma personal se considera como una habilidad importante para aprender a aprender. Después de que se ha buscado la información pertinente para un fin específico, es necesario realizar la lectura y posteriormente hacer una síntesis mediante organizadores gráficos adecuados (Pimienta, 2012).

Los organizadores gráficos son estrategias que sirven para mantener a los estudiantes involucrados en su aprendizaje, debido a que incluyen palabras, imágenes, colores, etc., son útiles para diferentes estudiantes, por tal motivo estas estrategias las pueden usar, desde estudiantes talentosos hasta estudiantes con dificultades para el aprendizaje.

Los organizadores gráficos presentan información de manera concisa, resaltando la organización y relación entre los conceptos más importantes de un texto determinado.

Dicho esto, los organizadores gráficos servirán de ayuda para explicar al público y demás bioquímicos las reacciones que ocurren durante el proceso de respiración celular. En esta parte los alumnos tendrán la libertad de escoger los organizadores gráficos que mejor se adapten a sus posibilidades, el más apropiado, los que mejor manejen, los que mejor entiendan y sobre todo los que mejor se adapten a la situación de aprendizaje.

El solo hecho de elegir y seleccionar entre los diferentes organizadores gráficos es una notable contribución al desarrollo cognitivo de los aprendices, además de que sirve como motivante para la realización del trabajo, al seleccionar un organizador gráfico con el que sienten más cómodos. Al respecto Monroy y col. (2014) menciona que los docentes han descuidado la atención a la diversidad

de los estudiantes, por lo que al homogeneizar sus métodos no logran motivar a sus alumnos puesto que no atienden a tal diversidad por medio de prácticas diferenciadas.

Desafortunadamente las políticas educativas han dejado de lado la atención a la gran diversidad del alumnado y han estandarizado los procesos de aprendizaje a sabiendas que cada uno de los estudiantes aprende de forma diferente, por ejemplo, hay quien aprende en solitario, hay quien lo hace mejor en equipo, hay quien aprende escuchando, viendo información, etc.

Entre los organizadores gráficos que pueden utilizar se encuentran, los mapas mentales, mapas conceptuales, mapas cognitivos de secuencia, mapas cognitivos de ciclo, infogramas, etc.

### **3.5.1 Mapa Conceptual**

Los mapas conceptuales fueron desarrollados por el profesor Joseph D. Novak de la Universidad de Cornell en los años 1960 basándose en las teorías de David Ausubel del aprendizaje significativo (Nilo, 2007). El mapa conceptual es una estrategia que ha alcanzado gran popularidad, no solo en el ámbito educativo sino en muchas esferas de la actividad humana. Incluso hay softwares en la red, de fácil manejo, que están al alcance de cualquier persona con acceso a internet.

Los mapas conceptuales son una técnica que cada día se utiliza más en los diferentes niveles educativos y demás esferas de la Ciencia y Técnica, involucrando la asimilación de conceptos y proposiciones nuevas, mediante la inclusión en estructuras cognitivas ya existentes, que se conoce como aprendizaje significativo (Nilo, 2007).

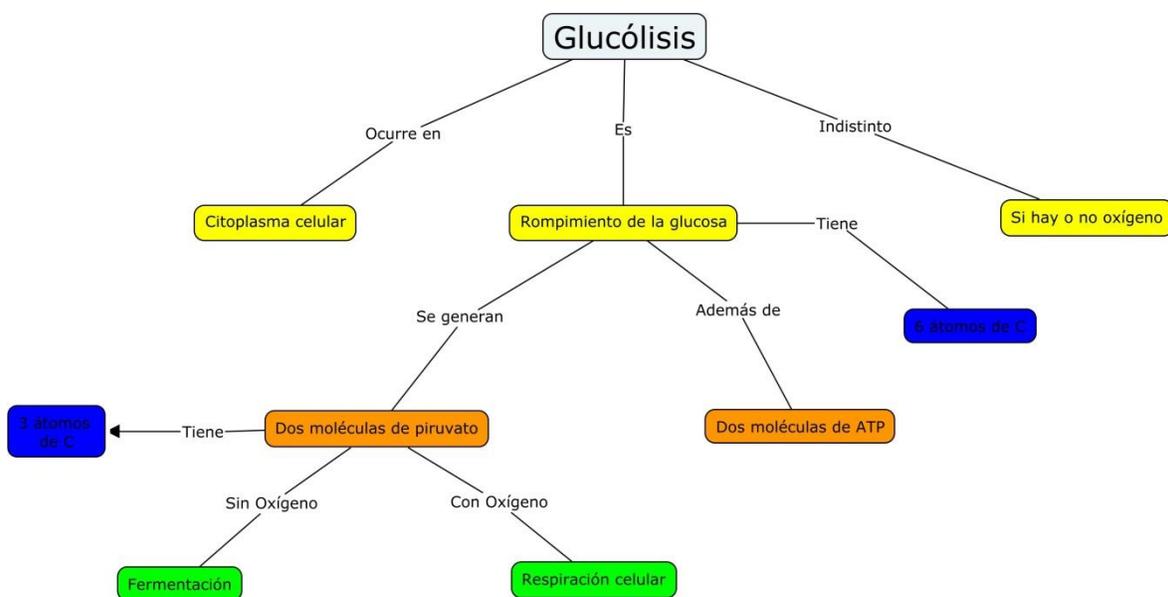
El mapa conceptual es una técnica donde se representa de forma gráfica, sencilla y practica el conocimiento, en este tipo de mapas se representan conceptos y la relación existente en ellos.

El elaborar mapas conceptuales ayudan a los estudiantes a:

1. Organizar, interrelacionar y fijar el conocimiento del contenido estudiado.
2. Fomenta la reflexión, el análisis y la creatividad.
3. Permiten transmitir con claridad mensajes conceptuales complejos y facilitar tanto el aprendizaje como la enseñanza.
4. Convierte a los alumnos en constructores de su propio conocimiento

Según Nilo (2007) y Díaz (2002), los mapas conceptuales tienen tres elementos:

1. Concepto: pueden ser eventos, hechos, cualidades u objetos, se define con un nombre, adjetivo o pronombre.
2. Palabra de enlace: son las preposiciones, las conjunciones, el adverbio y en general todas las palabras que no sean concepto y que se utilizan para relacionar estos, permiten, junto con los conceptos, construir frases u oraciones con significado lógico.
3. Líneas o flechas: Son las líneas que se trazan para establecer las relaciones entre conceptos que forman las proposiciones en el mapa. No se utilizan las flechas porque la relación entre conceptos esta especificada por las palabras de enlace. Se pueden utilizar las flechas para representar una relación cruzada, entre los conceptos de una sección del mapa. Las flecha nos indica que no existe una relación de subordinación.



**Figura 1. Ejemplo de mapa conceptual sobre glucólisis. Hecho en el programa Cmaps.**

### 3.5.2 Mapa mental

Los mapas mentales son una forma de generar, registrar, organizar y asociar ideas tal y como las procesa el cerebro. Se pueden plasmar en un papel o pueden crearse con la ayuda de algún software como Mindmap, Prezzi, etc.

Para Frola y Velásquez (2011) los mapas mentales son una forma gráfica de expresar los pensamientos en función de los conocimientos que han sido almacenados en el cerebro; su elaboración considera básicamente los siguientes aspectos:

1. El asunto o concepto que es motivo de nuestra atención o interés se expresa en una imagen central.
2. Los principales temas del asunto o concepto irradian la imagen central de forma ramificada.
3. Las ramas tienen una imagen o palabra clave impresa sobre la línea asociada.
4. Los puntos menos importantes también se representan como adheridas a las ramas de nivel superior.
5. Las ramas forman una estructura conectada.

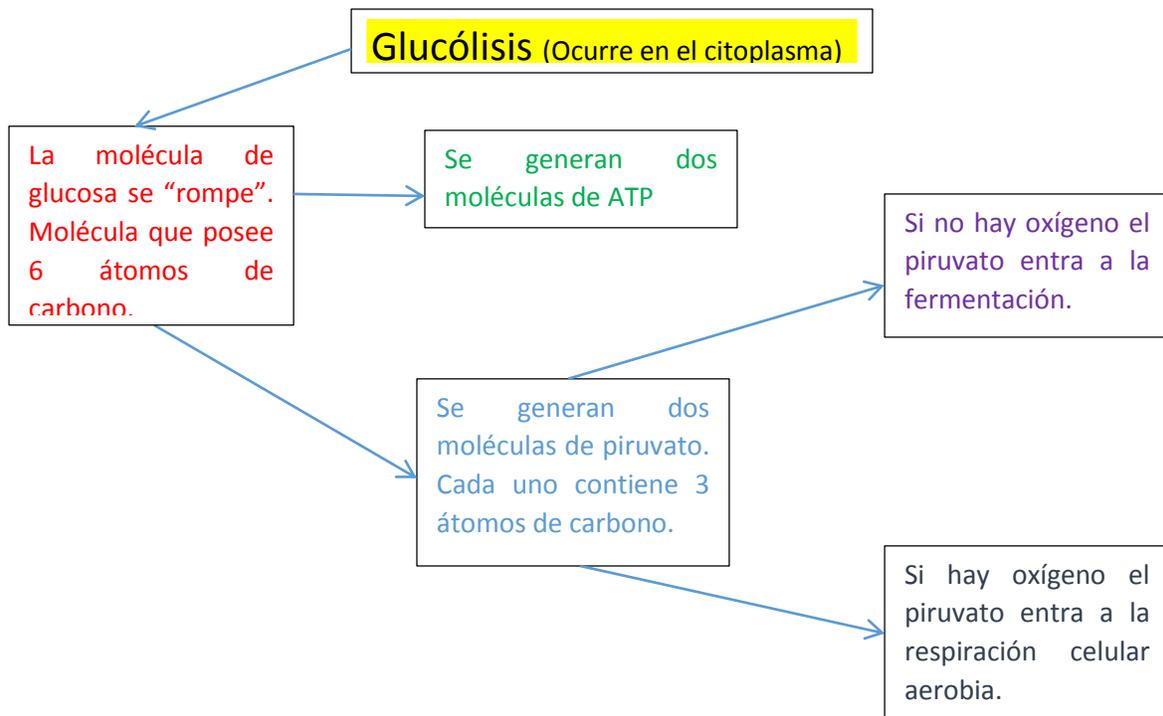
Todos los mapas mentales deben estar perfectamente organizados, tienen una estructura radial donde el centro el tema a desarrollar, de él surgen líneas, palabras, símbolos, números, colores e imágenes. Son diagramas que gracias a su estructura y colorido. Son una herramienta ideal para memorizar y son una llave para acceder al potencial del cerebro de los estudiantes.

### **3.5.3 Mapa cognitivo de secuencias**

Es un diagrama que se usa para representar la secuencia o los pasos progresivos de un determinado evento o acontecimiento, es decir, se representan los pasos que ocurren uno después de otro, en serie. Pimienta (2012) define a un mapa cognitivo de secuencias como un esquema o diagrama que simula una cadena continua de temas con secuencia cronológica.

Al momento de elaborar un mapa cognitivo de secuencias, se deben tener presente cuales son los acontecimientos, los pasos, las acciones, los eventos, así como el orden en el que aparecen. Así que una vez identificando y teniendo los pasos en el orden cronológico, el paso siguiente es organizar esa información dentro de las figuras geométricas, principalmente círculos. Pimienta (2012) señala que en el primer círculo se anotan el título del tema y en los siguientes círculos se anotan los pasos o las etapas que se requieren para llegar a la solución.

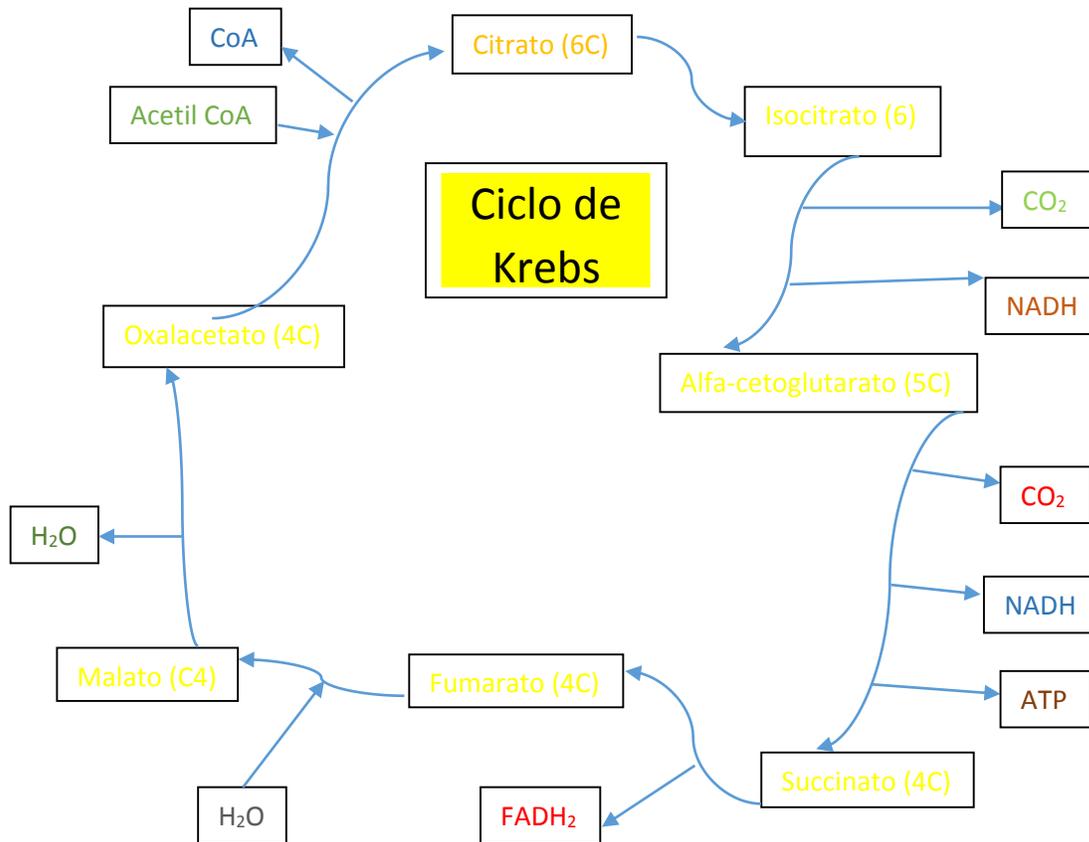
Finalmente para ilustrar la secuencia de los eventos se deben incluir flechas que muestren la dirección del fenómeno en estudio.



**Figura 2. Mapa cognitivo de secuencias sobre glucólisis.**

### 3.5.4 Mapa cognitivo de ciclos

Es un diagrama donde se anota la información en un orden cronológico o por secuencias a través de círculos y flechas, que llevan seriación continua y periódica. En el círculo superior se anota el inicio del ciclo. En los subsiguientes círculos se registran las etapas que completan un ciclo (Pimienta, 2012).



**Figura 3. Mapa cognitivo de ciclo, mostrando el ciclo de Krebs.**

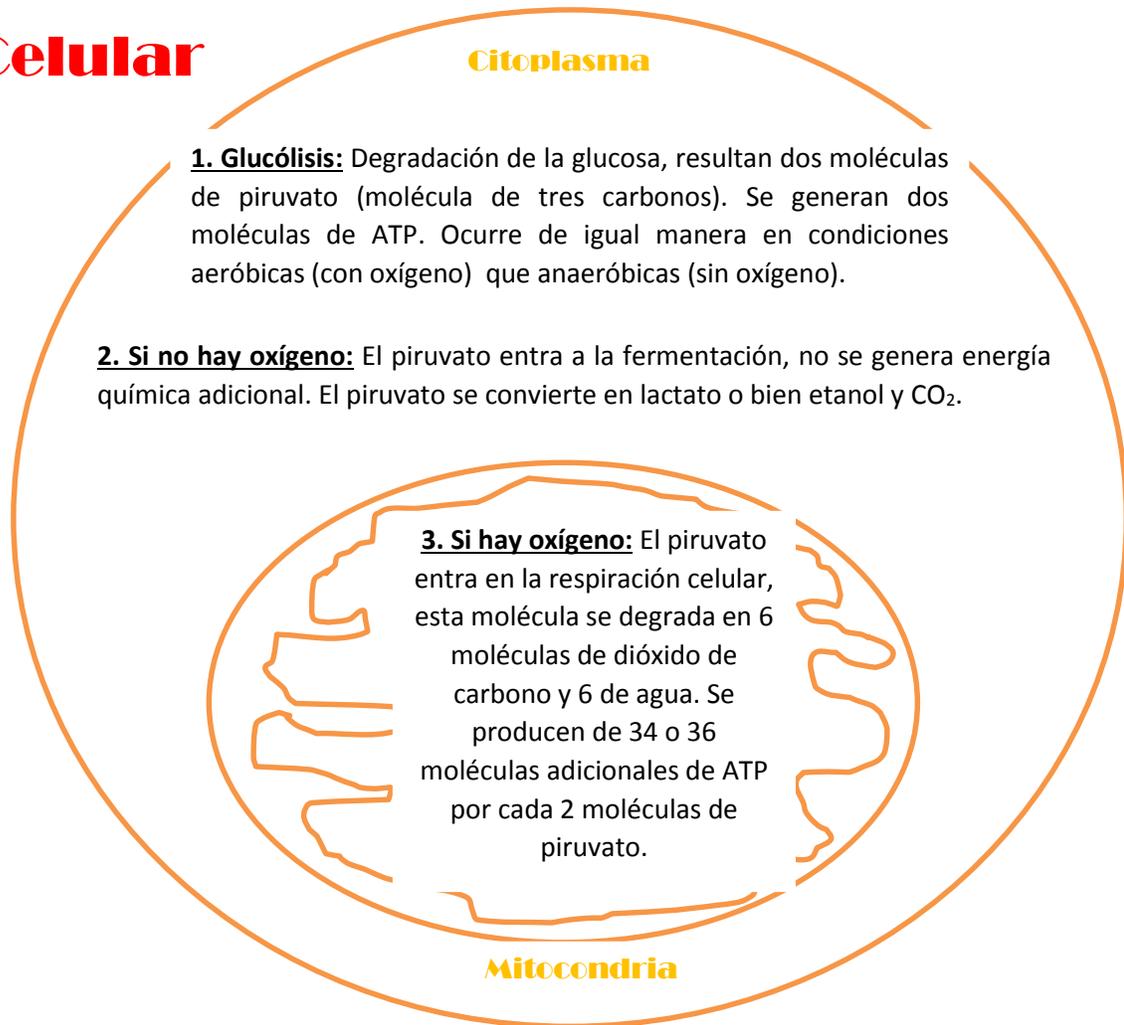
### 3.5.5 Infografía

Según wikipedia la infografía es una representación visual informativa o diagrama de textos escritos que en cierta manera resume o explica figurativamente; en ella intervienen diversos tipos de gráficos y signos no lingüísticos y lingüísticos (pictogramas, ideogramas y logogramas) formando descripciones, secuencias expositivas, argumentativas o narrativas e incluso interpretaciones. La presentación gráfica figurativa envuelve o glosa los textos y puede o no adoptar la forma de una secuencia animada incluso con sonidos. De intención ante todo didáctica, la infografía nació como un medio de transmitir información gráficamente de forma más dinámica, viva e imaginativa que la meramente tipográfica.

En las infografías se tiene una conjugación de imágenes con un alto grado sintético, además de explicativas, así como fáciles de entender con textos, esta combinación tiene el objetivo de presentar, informar, comunicar y transmitir de forma visual algún conocimiento.

Las infografías son sumamente útiles y esenciales para representar la información que es complicada de entender si solo se utiliza un texto. En este caso las imágenes ayudan a entender mejor las cosas. Así las infografías son muy fáciles de asimilar y a través de su lectura rápida los estudiantes pueden recordar y comprender mejor la información.

# Respiración Celular



**Figura 4. Infografía de respiración celular.**

La infografía (vista como un producto del diseño) es un recurso didáctico propicio para el aprendizaje significativo y el desarrollo cognitivo natural e integral del niño en la escuela, ya que ésta se adapta a sus características psicológicas y sociales, favoreciendo el aprendizaje y la introducción de nuevos

lenguajes que dan lugar a nuevas prácticas educativas, proponiendo un nuevo concepto de competencia educativa (Reinhardt, 2007).

Las infografías son diagramas dinámicos donde se sitúa una imagen, que es el centro del contenido a sus costados pueden ir imágenes más pequeñas con sus respectivos textos explicativos, su cometido principal es llamar la atención de las personas que la observan, gracias al diseño, colores e imágenes. Las infografías son muy utilizadas en revistas, periódicos, libros, como estrategia didáctica en el área educativa, etc.

Existen numerosas herramientas de libros, aplicaciones y páginas webs gratuitas para diseñar infografías, como venngage, piktochard, etc.

## **3.6 EVALUACIÓN**

### **3.6.1. ¿Qué es evaluar?**

En la vida cotidiana, con mucha más frecuencia de lo que imaginamos, evaluamos muchas de las situaciones que nos ocurren, por ejemplo en las mañanas, evaluamos el hecho de permanecer o no más tiempo sobre la cama, o evaluamos si beber agua es más saludable que beber un refresco de cola, etc.

El término evaluación es muy usado en la práctica educativa, siendo esta actividad una parte de suma importancia en el proceso de enseñanza aprendizaje, sin embargo, este proceso se ha confundido con el simple hecho de solo medir y asignar una calificación a los estudiantes.

La diversidad de conceptos sobre el término evaluación es muy amplia, en seguida se mencionaran algunas definiciones de este proceso muy utilizado en el contexto escolar; conceptos tomados de García (2007):

1. P.D. Lafourcade la define como "La etapa del proceso educativo que tiene como finalidad comprobar, de manera sistemática, en qué medida se han logrado los objetivos propuestos con antelación. Entendiendo a la educación como un proceso sistemático, destinado a lograr cambios duraderos y positivos en la conducta de los sujetos, integrados

a la misma, en base a objetivos definidos en forma concreta, precisa, social e individualmente aceptables”.

2. B. Maccario la define de la siguiente forma “Es un acto de valor que consiste en emitir un juicio de valor, a partir de un conjunto de informaciones sobre la evolución o los resultados de un alumno, con el fin de tomar una decisión”.
3. Según Daniel Stuffebeam "es el proceso de delinear, obtener y proveer información para juzgar alternativas de decisión".
4. A. Pila Teleña señala que "La evaluación es una operación sistemática, integrada en la actividad educativa con el objetivo de conseguir su mejoramiento continuo, mediante el conocimiento lo más exacto posible del alumno en todos los aspectos de su personalidad, aportando una información ajustada sobre el proceso mismo y sobre todos los factores personales y ambientales que en ésta inciden”.

Dicho esto, la evaluación que generalmente se practica en las escuelas, trátase del nivel que se trate es una evaluación tradicional y según Cuenca y col. (2012) se practica de la siguiente forma:

1. Evalúa solo al estudiante.
2. Evalúa solamente los resultados o productos.
3. Se evalúan solo los conocimientos.
4. Se evalúan los resultados directos.
5. Se evalúa descontextualizadamente.
6. Se evalúa cuantitativamente.
7. Se utilizan instrumentos inadecuados.
8. Se evalúa lineal y unidireccionalmente.
9. Se evalúa competitivamente.
10. Se evalúa estereotipadamente.
11. No se evalúa éticamente.
12. Se evalúa solo internamente.
13. No se hace autoevaluación.

Sin embargo, esta evaluación tradicional a todas luces no empata con una evaluación de tipo constructivista. Este nuevo paradigma promueve y requiere de un nuevo sistema de evaluación, un sistema integral y no solo basado en la medición de contenidos declarativos sino además contenidos procedimentales y actitudinales.

Existen dos corrientes de pensamiento acerca de la evaluación, ambas corrientes se sustentan en paradigmas opuestos, cada uno de ellos defiende una postura respecto a cómo es mejor evaluar, si desde una perspectiva cualitativa (formativa) o desde una perspectiva cuantitativa (sumativa).

La evaluación cuantitativa está basada en números, resulta ser inadecuada para valorar los contextos sociales, no capta lo relevante de los procesos educativos, mide solo resultados, no aporta retroalimentación al docente, se fragmenta al objeto a evaluar para su mejor control.

La evaluación cualitativa es siempre contextual, es holística (ve al objeto a evaluar como un ente complejo), es democrática, para realizarse se utilizan los cinco sentidos, hace comparaciones, valoraciones y emite juicios, además permite la retroalimentación y provoca la reflexión, esto último es de vital importancia ya que provoca que el alumno se vuelva consciente de sus aciertos y sobre todo de sus errores porque a partir de ellos puede aprender a autorregularse.

### **3.6.2 ¿Para qué evaluar?**

Dicho esto, la evaluación del aprendizaje no es un proceso aislado sino sistemático a través de él se reúne información acerca de lo que el alumno ha aprendido, lo cual permite que el docente identifique el nivel alcanzado por sus estudiantes con el fin de mejorarlo.

La evaluación es una actividad o mejor dicho una serie de actividades que se planean con anticipación, responden a intenciones específicas y explícitas que guardan una estrecha relación, en primer lugar, con los objetivos que se desean alcanzar en una determinada asignatura, en segundo lugar, con las estrategias de enseñanza-aprendizaje y finalmente con el contexto que se tiene.

La evaluación es un proceso muy similar a un proceso de investigación, al igual que éste, el proceso evaluativo no puede ser calificado como rígido y único, es decir, las posibilidades del maestro, las características del aprendizaje, y las circunstancias en las que se imparte una u otra clase, además de las circunstancias en las que se desarrollará la evaluación, deben tomarse en cuenta para decidir cuál es la estrategia que más se adapta a dichas condiciones así como sus niveles de complejidad y rigor.

En el caso de la evaluación formativa, esta ayuda a los docentes a obtener evidencias de los logros de cada uno de sus alumnos, con el fin de determinar si las acciones que planearon dieron los resultados esperados, sino es así, la evaluación ofrece una pauta para redireccionar el trabajo dentro del aula.

### 3.6.3 ¿Cómo evaluar?

Las herramientas de evaluación deben favorecer y fomentar el aprendizaje y no dirigirse únicamente a medirlo, lo cual implica, el uso de técnicas de evaluación dirigidas a promover el desarrollo de habilidades en los estudiantes, como el que identifiquen sus necesidades de aprendizaje, evalúen su propio desempeño y reconozcan sus debilidades (Martínez, 2002).

Los mecanismos tradicionales tienen la debilidad de ser aplicados al final el ciclo de aprendizaje. Debido a que los mecanismos tradicionales visualizan el aprendizaje como un evento único, fragmentan los conocimientos y las habilidades de los alumnos e impiden la posibilidad de desarrollo.

Los nuevos descubrimientos acerca del proceso enseñanza-aprendizaje hacen necesario el uso de nuevas herramientas para la evaluación, debido a que la enseñanza-aprendizaje ya es considerado un proceso dinámico y complejo, para el cual los mecanismos tradicionales de evaluación son obsoletos y no cubren las nuevas necesidades que demanda el proceso educativo.

Las nuevas herramientas para la evaluación incluyen estrategias, instrumentos y técnicas, y pueden servir para evaluar conocimiento, producto o el desempeño de los estudiantes, ejemplo de estas herramientas es la guía de observación, el registro anecdótico, el diario de clase, el diario de trabajo, escala de actitudes, preguntas sobre el procedimiento, cuadernos de los alumnos, organizadores gráficos, portafolio, rúbrica, lista de cotejo, debate, ensayo y pruebas objetivas.

#### **Lista de cotejo**

La lista de cotejo son palabras, frases u oraciones que señalan con precisión las tareas, las acciones, los procesos y las actitudes que se desean evaluar (SEP, 2013), así como la ausencia o presencia de los aprendizajes alcanzados por los estudiantes.

La lista de cotejo es un instrumento útil que le permite tanto al docente como al estudiante evaluar saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales.

La lista de cotejo o check list es una herramienta de verificación. Sirve para evaluar aspectos tanto cualitativos como cuantitativos, el enfoque depende de lo que se desea evaluar.

Según Lara y Cabrera (2015), este tipo de instrumento presenta, conforme con las directrices de una actividad o tarea, una enumeración de conductas, cualidades o características esperables/observables de los estudiantes. Estas, se pueden agrupar en unos pocos criterios

o figuras aisladas, se evalúan mediante una marca que indica la ausencia o presencia de una conducta o rasgo.

Esta herramienta se usa para anotar lo que ocurrió dentro de aula, al momento de realizar un determinado trabajo, pueden incluir productos elaborados por los alumnos, pueden ser actitudes que tomaron los estudiantes, como fue su trabajo en equipo, etc. Sirve para verificar si están presentes o no ciertas características o atributos.

¿Qué se debe tomar en cuenta para su elaboración?

- Hacer un análisis detenido de los criterios y aspectos que se desean evaluar, con el propósito de resguardar la construcción de aseveraciones dicotómicas (sí/no, cumple/no cumple, etc.)
- Anular la posibilidad de enunciar frases que tengan un valor intermedio como “a veces”, “es posible” o similares;
- construir indicadores claramente observables y un mismo nivel de exigencia o profundización. Para ello, es preciso redactar los enunciados de forma directa y precisa;

¿Cómo se elabora una lista de cotejo?

Según Maldonado y col. (2011) la lista de cotejo debe elaborarse de la siguiente manera:

1. En una hoja anote en la parte superior los datos generales siguientes: nombre de la escuela, grado, sección, nombre del maestro y fecha en que se realiza la observación, nombre de la actividad.
2. Se define la competencia a evaluar (qué se va a evaluar).
3. Se identifican los indicadores, aspectos o aseveraciones necesarios para evaluar la competencia.
4. Se elabora un formato de cuatro columnas.
  - 4.1 Se anota el número que le corresponde a cada indicador.
  - 4.2 Se escriben los indicadores aspectos o aseveraciones en forma consecutiva; cada indicador debe incluir un solo aspecto a evaluar
  - 4.3 y 4.4. Se anota Si y No respectivamente; o también se puede utilizar logrado-no logrado, presente-no presente, todo-nada, etc.

Este tipo de instrumento presenta, conforme con las directrices de una actividad o tarea, una enumeración de conductas, cualidades o características esperables/observables de los estudiantes. Estas, se pueden agrupar en unos pocos criterios o figurar aisladas, se evalúan mediante una marca que indica la ausencia o presencia de una conducta o rasgo.

## **Pruebas objetivas**

Las pruebas o ítems objetivos se denominan así porque cuentan con un alto nivel de objetividad. Dicha objetividad se relaciona, por una parte, con el proceso de elaboración en el cual se emplean

rigurosos criterios de construcción y orientaciones teórico-prácticas provenientes de material bibliográfico y de expertos en el área evaluada; y por otra, con el proceso de corrección, en el cual los criterios utilizados para evaluar son siempre estables, aun cuando sean aplicados por distintos evaluadores. Si llegase a existir alguna variación, esta ocurre en un rango mínimo, ya que el resultado previsto (respuestas correctas) es el mismo. En el caso de la calificación de los estudiantes evaluados, también se observa una importante tendencia a la estabilidad. Las pruebas e ítems objetivos se pueden emplear para realizar evaluaciones diagnósticas, formativas y sumativas (Lara y Cabrera, 2015).

De la misma forma Lara y Cabrera (2015) comentan que es relevante señalar que las pruebas o ítems objetivos se caracterizan por tener una fuerte orientación cuantitativa. Esto significa que la evaluación es percibida como un instrumento destinado a registrar evidencias sobre los productos alcanzados por los estudiantes a través del análisis estadístico de los resultados obtenidos. El propósito de la evaluación, entonces, se centra en generar cifras (puntuaciones) que permitan objetivar y generalizar los datos que arroja la evaluación. Esto último, resulta de gran importancia cuando se quieren realizar estudios a nivel de curso, escuela o universidad.

Dicho esto, la información señalada en este apartado (marco teórico) tal cómo: qué es el aprendizaje, paradigmas del aprendizaje, la relación entre aprendizaje, emociones y juego, la simulación o role playing, organizadores gráficos y finalmente evaluación servirán como sustento para abordar el tema de respiración celular desde el paradigma constructivista.

Cabe señalar que la respiración celular es un proceso metabólico que involucra un gran número de reacciones químicas, por ende su enseñanza y aprendizaje requieren de estrategias alternativas a la clase tradicional, así que, cómo una alternativa para el aprendizaje de la respiración celular, en el presente trabajo, se utilizará la simulación, por todos los beneficios antes mencionados, cómo estrategia de aprendizaje primaria y organizadores gráficos como estrategia de aprendizaje secundaria. De igual forma la lista de cotejo y las pruebas objetivas servirán como herramientas de evaluación durante la puesta en marcha de la simulación.

## 4. TEMA BIOLÓGICO A ABORDAR

### 4.1 Metabolismo

La materia viva está formada por una serie de elementos químicos (átomos) que están en distintas proporciones. Los elementos que ocupan cerca del 98% de todo el organismo son el carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S). Alrededor del 2% está representado por el calcio (Ca), sodio (Na), Cloro (Cl), potasio (K) y magnesio (Mg). En una proporción menor al 0,1% están el hierro (Fe), yodo (I), zinc (Zn) y cobre (Cu), entre otros. La combinación de los primeros seis elementos puede dar lugar a la formación de millones de moléculas orgánicas distintas, sin embargo, la mayoría de los seres vivos están formados por un número relativamente bajo este tipo de compuestos.

La unión de dos o más de los elementos químicos da lugar a la formación de moléculas conocidas como “compuestos químicos”, estos se clasifican en inorgánicos y orgánicos.

Los componentes inorgánicos son sustancias simples de estructura sencilla, formadas por moléculas pequeñas, de bajo peso molecular. La gran mayoría son solubles en agua. Cuando están en solución se comportan como buenos conductores de la electricidad. Son ejemplos el agua, el dióxido de carbono y las sales minerales, entre otros.

Los componentes orgánicos tienen una estructura más compleja. Son macromoléculas de alto peso molecular formadas mayormente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, y en menor proporción por azufre, fósforo y otros elementos. Forman cadenas constituidas por enlaces de carbono. La mayoría es insoluble en agua, no son resistentes al calor, tienen bajos puntos de ebullición y de fusión. Son ejemplos de compuestos orgánicos los hidratos de carbono (azúcares o glúcidos), los lípidos (grasas y esteroides), las proteínas y los ácidos nucleicos (ADN y ARN).

Todos los sistemas vivos están constituidos por una combinación ordenada de compuestos inorgánicos y orgánicos. La cantidad existente de compuestos orgánicos es muy superior a la cantidad de componentes inorgánicos.

Algo que distingue a los sistemas vivos de la materia inanimada es el hecho de que los primeros, presentan la capacidad de extraer y transformar la energía de su entorno a partir de materias primas

sencillas, y de emplearla para edificar y mantener sus propias e intrincadas estructuras. Los organismos vivos son sistemas abiertos porque intercambian materia y energía con su entorno y, al hacerlo, las transforman.

Los sistemas vivos están caracterizados, entre otras cosas, por poseer una organización celular, es decir, determinadas moléculas se organizan de una forma particular y precisa e interactúan entre sí para establecer la estructura celular. Así como las células son los ladrillos con los que se construyen los tejidos y los organismos, las moléculas son los bloques con los que se construyen las células.

La biología no es una ciencia que trabaja sola, es una ciencia multidisciplinar, se ayuda de otras ciencias para llevar a cabo sus estudios. Una de las ciencias auxiliares de la biología es la bioquímica, esta parte de la química es la encargada de estudiar las moléculas que se encuentran en los seres vivos y su transformación, ya sea para obtener energía o para formar alguna estructura dentro de los sistemas vivos. Las reacciones químicas que ocurren dentro de los sistemas vivos son muy complejas y requieren de enzimas (catalizadores naturales) para que ocurran a la velocidad deseada o requerida por el sistema.

Al total de reacciones químicas (miles de ellas) que ocurren dentro de las células se le denomina metabolismo, las reacciones metabólicas se divide en anabolismo y catabolismo.

El anabolismo involucra los procesos de síntesis de moléculas complejas tanto estructurales como funcionales de las células. Este proceso es la parte constructiva del metabolismo, en el, hay un gasto energético proveniente de la molécula de ATP.

Mientras que el catabolismo involucra reacciones de degradación, las cuales tienen como fin principal el obtener energía. Esta energía se obtiene a partir de compuestos orgánicos complejos que se degradan en otros mucho más sencillos acoplándose a la síntesis de ATP.

Las reacciones que ocurren dentro del metabolismo (anabolismo y catabolismo) están enlazadas en secuencias llamadas rutas o vías metabólicas. En una ruta metabólica, una molécula reactante inicial es modificada por una enzima y forma una molécula intermedia ligeramente diferente, que es modificada por otra enzima, para formar una segunda intermediaria, y así sucesivamente hasta llegar al producto final. Diferentes vías metabólicas utilizan las mismas moléculas; por consiguiente, las miles de vías metabólicas de una célula están interconectadas, ya sea de manera directa o indirecta (Audesirk y col., 2011).

La formación de glucógeno a partir de glucosa, la formación de proteínas a partir de aminoácidos y la síntesis de ADN y ARN a partir de nucleótidos y la fotosíntesis son ejemplos de vías metabólicas anabólicas.

Algunos ejemplos de vías metabólicas catabólicas son la respiración celular (fermentación alcohólica y láctica, glucólisis, formación de acetil CoA, Ciclo de Krebs y transporte de electrones) oxidación de los ácidos grasos, etc.

Las células vivas pueden dividirse en dos grandes clases según el tipo de energía que obtienen de su entorno. Las células fotosintéticas, utilizan la luz solar como fuente de energía; la energía radiante es absorbida por el pigmento clorofila y transformada en energía química. Las células heterotróficas aprovechan la energía de las moléculas orgánicas muy reducidas, ricas en energía, como la glucosa, y que obtienen de su entorno. La mayor parte de las células del reino animal son heterotróficas (Nelson y Cox, 2009).

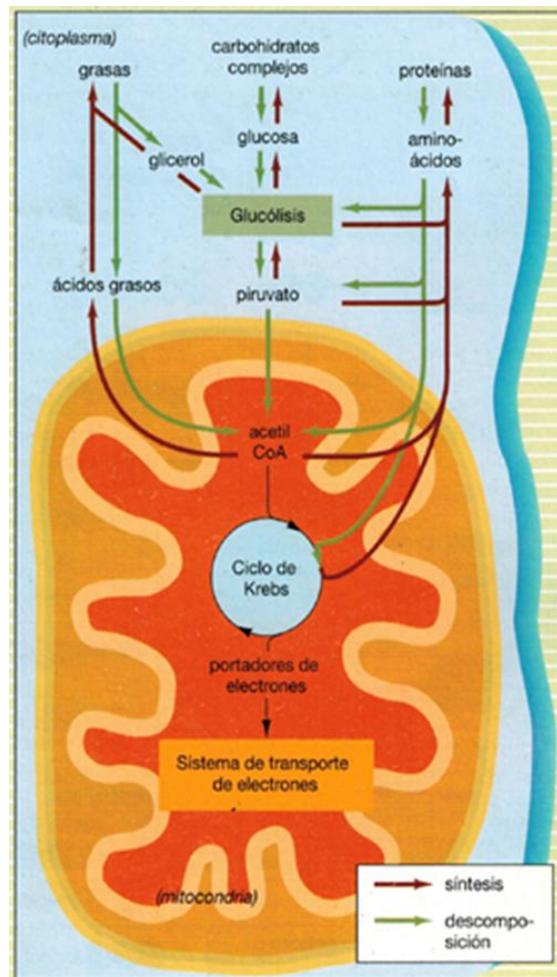
A pesar de la enorme diferencia que existe en la forma de extraer la energía del ambiente, de las células autotróficas y heterotróficas, ambas utilizan un compuesto llamado Trifosfato de Adenosina (ATP), como fuente de energía celular. Este es el transportador de energía química más importante en las células de todas las especies vivientes (Nelson y Cox, 2009).

## **4.2 Respiración celular**

Los seres humanos somos organismos heterótrofos, así que, a través de algunas vías metabólicas que realizan las células de nuestro cuerpo, estas transforman la glucosa, las proteínas, los lípidos, etc., que ingerimos en los alimentos y la transforman en ATP (figura 5), molécula que almacena gran cantidad de energía en sus enlaces, energía con la que funcionan todas las células de nuestro organismo. Por ejemplo, cuando respiramos, cuando el corazón late, cuando corremos, cuando pensamos, etc., se “quemamos” muchas moléculas de ATP. Haciendo una analogía, algo similar ocurre al quemarse la gasolina dentro del motor de un carro, el ATP es la gasolina y las células el motor.

El hecho de decir la frase “el ATP es el combustible de las células” suena sencillo, sin embargo, no lo es, ya que el proceso mediante el cual las células transforman la energía contenida en las biomoléculas de los alimentos que consumimos es sumamente complicado, ya que involucra un gran número de

reacciones químicas que quedan englobadas en un proceso llamado respiración celular. En este gran número de reacciones químicas radica la dificultad del aprendizaje de todo este proceso, no solo para los estudiantes de media superior sino incluso para estudiantes de nivel licenciatura.



**Figura 5. Al igual que los carbohidratos, las proteínas, y grasas, pueden entrar tanto en el proceso de la glucólisis o formación de acetil Co-A o Ciclo de Krebs, para que la célula transforme estas biomoléculas en ATP. (Tomada de Audesirk y col., 2011).**

En el presente trabajo no se pretende ahondar en la enseñanza de la parte de cómo las proteínas o las grasas entran en el proceso de la respiración celular para obtener de ellas ATP, ni de la formación, ni de la destrucción del glucógeno, los cuales son ejemplos de vías metabólicas que puede seguir la glucosa. El presente trabajo estará centrado propia y específicamente en la enseñanza-aprendizaje, a través de la simulación (role playing), de las etapas de la respiración celular, la cual es una vía metabólica que incluye, como ya se indicó, la Glucólisis, Fermentación, Formación de Acetil Co-A,

Ciclo de Krebs y Transporte de electrones (las dos primeras etapas ocurren en el citoplasma de la célula, mientras que las tres restantes dentro de la mitocondria).

Las células requieren de un abasto continuo de energía para impulsar la gran cantidad de reacciones metabólicas que son esenciales tan solo para mantenerse con vida. Ahora bien, para que la energía impulse una reacción, debe estar en forma aprovechable. Casi toda la energía celular se almacena en los enlaces químicos de moléculas portadoras de energía, principalmente del Adenosin Trifosfato (ATP) (Audesirk y col., 2011).

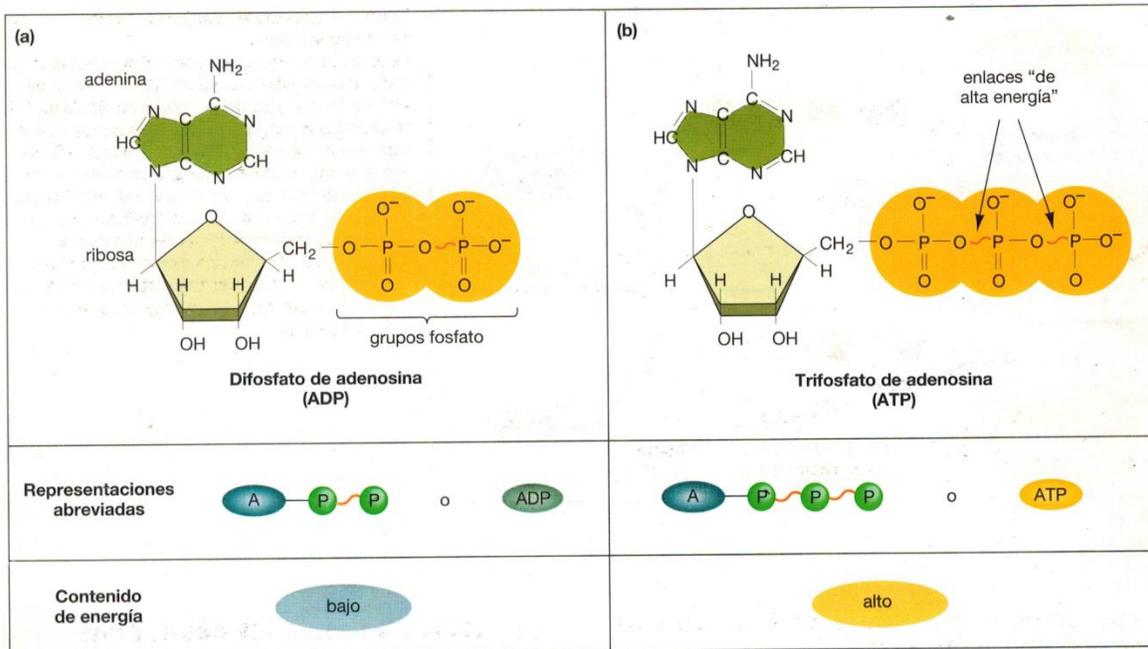
La exposición de la segunda ley de la termodinámica menciona que cuando se produce una reacción espontánea disminuye la cantidad de energía útil y se genera calor. Las células son relativamente eficientes para captar energía química durante la degradación de la glucosa, pues acumulan cerca del 40 % de la energía liberada por esta molécula y la almacenan en moléculas de ATP, al mismo tiempo liberan el resto de la energía en forma de calor. Si las células fueran tan poco eficientes como los motores de gasolina (25% o menos), los animales tendrían que comer con mucha más voracidad para estar activos o simplemente para mantenerse con vida (Audesirk y col., 2011).

El gran número de reacciones que ocurren en estos procesos necesitan enzimas para favorecer las reacciones bioquímicas, cada etapa de la conversión de una molécula a otra requiere una enzima específica.

Dicho esto, una de las formas por medio de las cuales las células obtienen energía es a través de la degradación de la glucosa, que incluye: la **glucólisis, fermentación, formación de acetil coenzima A, ciclo de Krebs y transporte de electrones**, todos estos eventos engloban y están unidos en una vía metabólica conocida **respiración celular**.

La respiración celular es una serie de reacciones que pueden ocurrir tanto en condiciones anaerobias (ausencia de oxígeno) como la fermentación, o pueden ocurrir en condiciones aeróbicas (con la presencia de oxígeno), en este último caso se producen grandes cantidades de ATP a partir de ADP; este proceso tiene lugar dentro de las células, los primeros eventos (glucólisis y fermentación) ocurren en el citoplasma de la misma, mientras que los últimos eventos (formación de Acetil CoA, ciclo de Krebs y transporte de electrones) ocurren dentro del organelo celular conocido como mitocondria. La producción de ATP es de vital importancia para las células ya que es una molécula energética y con ella, por ejemplo, llevamos a cabo todas nuestras funciones cotidianas como pensar, correr, comer, respirar, etc.

Una parte importante que los estudiantes deben tener presente es: ¿cómo está formada la molécula de ATP?, ¿cómo se forma?, ¿a partir de que molécula se genera?, y a su vez en ¿en qué molécula se degrada?, y la figura 6 esquematiza perfectamente este proceso.



**Figura 6. El ADP y el ATP son nucleótidos, están formado por adenina, ribosa y grupos fosfato, en el caso del ADP dos y en el caso del ATP tres. Tomado de Audesirk y col., (2011).**

En la formación de ATP a partir de ADP están involucrados algunos portadores de energía, dichas moléculas son el  $\text{NAD}^+$  y  $\text{FADH}$  y es importante que el estudiante tenga presente el ciclo de formación y degradación de estas moléculas ya que dichas moléculas serán las responsables de formar grandes cantidades de ATP, sobre todo en la última etapa de la respiración celular.

Como ya se señaló, la primer etapa de la degradación de la glucosa, para obtener ATP, es la Glucólisis, este evento ocurre en el citoplasma de las células y ocurre de igual forma en condiciones anaerobias como aerobias, es decir, en ausencia o presencia de oxígeno respectivamente.

#### 4.2.1 Glucólisis

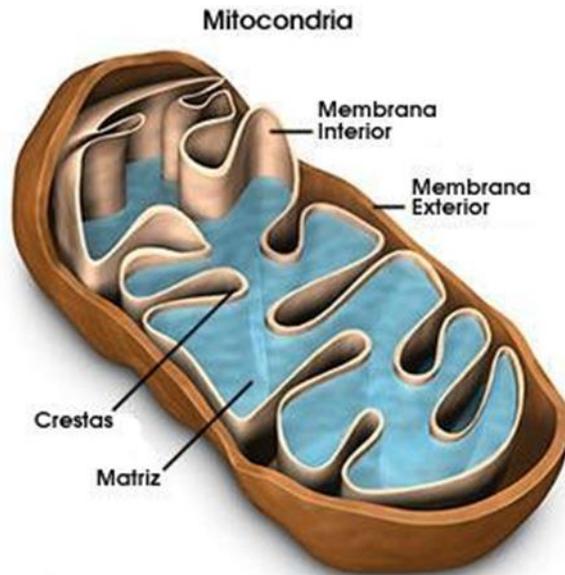
La glucólisis es una vía metabólica ancestral, por tal motivo la mayoría de los seres vivos la utilizan como mecanismo para la extracción de energía a partir de la molécula de glucosa.

La **Glucólisis** (gluco: dulce y lisis: romper) comienza con la degradación de la **glucosa** (azúcar de seis carbonos), lo que da por resultado **dos moléculas de piruvato** (molécula de tres carbonos). Parte de la energía de la glucosa sirve para generar **dos moléculas de ATP**. La Glucólisis no necesita oxígeno y ocurre de igual manera en condiciones aeróbicas (con oxígeno) que anaeróbicas (sin oxígeno). Las reacciones de la Glucólisis se verifican en el **citoplasma** (Audesirk y col., 2011).

**Si no hay oxígeno**, la segunda etapa de la degradación de la glucosa es la **fermentación (respiración celular anaerobia)**, que no genera energía química adicional. Durante la fermentación, el piruvato no entra en la mitocondria, sino que permanece en el **citoplasma** y se convierte en **lactato** o bien **etanol y CO<sub>2</sub>** (Audesirk y col., 2011).

**Si hay oxígeno**, la segunda etapa de la degradación de la glucosa es precisamente la **respiración celular aerobia**. Durante esta etapa, a grandes rasgos, las **dos moléculas de piruvato** producidas por la Glucólisis se degradan en **seis moléculas de dióxido de carbono y seis de agua**. Se usa oxígeno en la última etapa y se producen **34 o 36 moléculas adicionales de ATP** por cada dos moléculas de piruvato que entran a esta vía metabólica. En las células eucariontes, las reacciones de la respiración celular aerobia se producen en la **mitocondria** (Audesirk y col., 2011).

La mitocondria (figura 7) tiene dos membranas, que crean dos compartimentos, un compartimento interno encerrado en la membrana interna y que contiene la matriz fluida, y un compartimento ubicado entre las dos membranas (espacio intermembranal). La mayor parte del ATP que se produce durante la respiración celular es generado en la matriz gracias a proteínas de transporte de electrones de la membrana interna y por el movimiento de iones hidrógeno mediante las proteínas sintetizadoras de ATP de la membrana interna.



**Fig. 7. Anatomía de una mitocondria, organelo celular donde ocurre la respiración celular aerobia (tomado de: [www.frases333.com](http://www.frases333.com))**

Así que, durante la glucólisis se producen dos moléculas de ATP y dos moléculas de piruvato las cuales pueden permanecer en el citoplasma para producir alcohol etílico y CO<sub>2</sub> o lactato, o bien pueden dirigirse hacia el interior de la mitocondria para continuar con los procesos restantes que son: formación de Acetil CoA, Ciclo de Krebs y Transporte de electrones. Esto dependerá de la presencia o ausencia de oxígeno.

#### 4.2.2 Fermentación

Existe dos tipos principales de fermentación: uno de ellos transforma el piruvato en lactato (llamada fermentación láctica) y el otro convierte el piruvato en dióxido de carbono y alcohol etílico (llamada fermentación alcohólica).

Cuando les falta oxígeno, los músculos no dejan de trabajar de inmediato. En última instancia, los animales se mueven más vigorosamente cuando luchan, huyen o persiguen a su presa. Durante estas actividades su capacidad de persistir un poco más puede marcar la diferencia entre la vida y la muerte. Cuando los músculos tienen muy poco oxígeno, la glucólisis suministra sus escasas dos moléculas de ATP por cada molécula de glucosa, lo cual le permite aportar la energía necesaria para una aceleración breve y final (Audesrk y col., 2011).

Por ejemplo, si respiramos aceleradamente tras haber corrido para llegar a tiempo a una clase, nuestros músculos dependieron de la glucólisis para obtener parte de su energía y nuestros pulmones se esforzaron por restituir el oxígeno necesario para la respiración celular. Cuando el oxígeno queda reabastecido, el lactato se convierte de nuevo en piruvato (Audesik y col., 2011).

Así que, la fermentación láctica se lleva a cabo en nuestros músculos (esqueléticos) al hacer ejercicio vigoroso, consumen todo el oxígeno que tienen y el ácido láctico es la sustancia resultante de este proceso, sin embargo, para otro tipo de células musculares y no musculares como las del corazón o neuronas respectivamente el ácido láctico es sumamente tóxico.

Diversos organismos se valen de la fermentación láctica, como las bacterias que convierten la leche en yogurt, crema ácida y queso. Como los ácidos tienen un sabor amargo, el ácido láctico contribuye al sabor distintivo de estos alimentos. El ácido también desnaturaliza la proteína de leche, pues altera su estructura tridimensional (Audesirk y col., 2011).

Muchos microorganismos, como la levadura (hongo unicelular), realizan la fermentación alcohólica en condiciones anaeróbicas; el piruvato es convertido en alcohol etílico y dióxido de carbono y no en lactato como en el caso de la fermentación láctica.

Este tipo de fermentación ocurre cuando se producen sustancias embriagantes como la cerveza, el tequila, la sidra, la champaña, etc., en la cerveza o la champaña incluso se puede observar como al momento de abrirla burbujea, lo cual es una muestra inequívoca de la presencia de dióxido de carbono.

La fermentación alcohólica también le da al pan su textura esponjosa. El pan contiene levadura, harina y agua. El agua reanima de su estado latente a las células secas de la levadura, las células se reproducen rápidamente al tiempo que metabolizan los carbohidratos presentes en la harina (Audesirk y col., 2011).

#### **4.2.3 Formación de Acetil Coenzima A (Acetil CoA)**

El piruvato se degrada para formar  $\text{CO}_2$  y un grupo acetilo (molécula de dos carbonos), el grupo acetilo se une a la CoA para formar acetil CoA. Simultáneamente,  $\text{NAD}^+$  recibe dos electrones energizados y un ión hidrógeno para formar NADH. El acetil CoA entra en el ciclo de Krebs. Posteriormente el NADH será participe en la formación de ATP en la última etapa de la respiración celular.

#### 4.2.4 Ciclo de Krebs

También es conocido como ciclo de los ácidos tricarboxílicos o ciclo del ácido cítrico. Es un proceso central del metabolismo de todos los seres vivos. En seguida se analiza el ciclo paso a paso viendo las enzimas que la componen, sus sustratos y productos. Recibe el nombre de ciclo de Krebs en honor al bioquímico alemán Hans Krebs (1898 - 1945)

El ciclo de Krebs paso a paso:

1. El acetil CoA (2 carbonos, 2C) dona su grupo acetilo a una molécula de oxalacetato, que contiene cuatro carbonos (4C), para formar una molécula de ácido cítrico o citrato (6C). Se libera CoA. El agua dona el hidrógeno a la molécula de CoA y oxígeno a la del citrato.
2. A continuación el citrato se convierte en isocitrato (6 C), la cual es una forma isomérica del citrato, pero sirve como sustrato para la siguiente reacción.
4. El isocitrato libera  $\text{CO}_2$  y forma alfa-cetoglutarato (molécula de 5C). El  $\text{NAD}^+$  capta dos electrones energéticos y un  $\text{H}^+$  para formar NADH.
5. El alfa-cetoglutarato (5C) pierde un átomo de C en forma de  $\text{CO}_2$  y se transforma en succinato (4 carbonos). El  $\text{NAD}^+$  capta dos electrones energizados y dos  $\text{H}^+$  para formar NADH y una molécula de ATP capta energía adicional. En este punto los tres carbonos del piruvato original se liberaron como  $\text{CO}_2$ .
6. El succinato se convierte en fumarato (4C), el FADH capta dos electrones energizados y dos  $\text{H}^+$  para formar  $\text{FADH}_2$ , molécula que almacena menor energía que el  $\text{NAD}^+$ .
7. El fumarato se convierte en malato (4C), que contiene otros dos hidrógenos y un oxígeno adicional, tomado del agua  $\text{H}_2\text{O}$ .
8. El malato se convierte en oxalacetato. El  $\text{NAD}^+$  capta dos electrones energizados y un  $\text{H}^+$  para formar NADH. Al final de este paso obtenemos nuevamente oxalacetato (4C), que puede ser utilizado por la primera enzima del ciclo para volver a generar energía.

El ciclo de Krebs genera energía que se almacena en las moléculas de NADH y  $\text{FADH}_2$  que será útiles en la formación de moléculas ATP, esto en la última etapa de la respiración celular aerobia. En resumen en el proceso se generan dos moléculas de  $\text{CO}_2$ , un ATP, tres moléculas de NADH, una de  $\text{FADH}_2$  por cada acetil que entra en el ciclo.

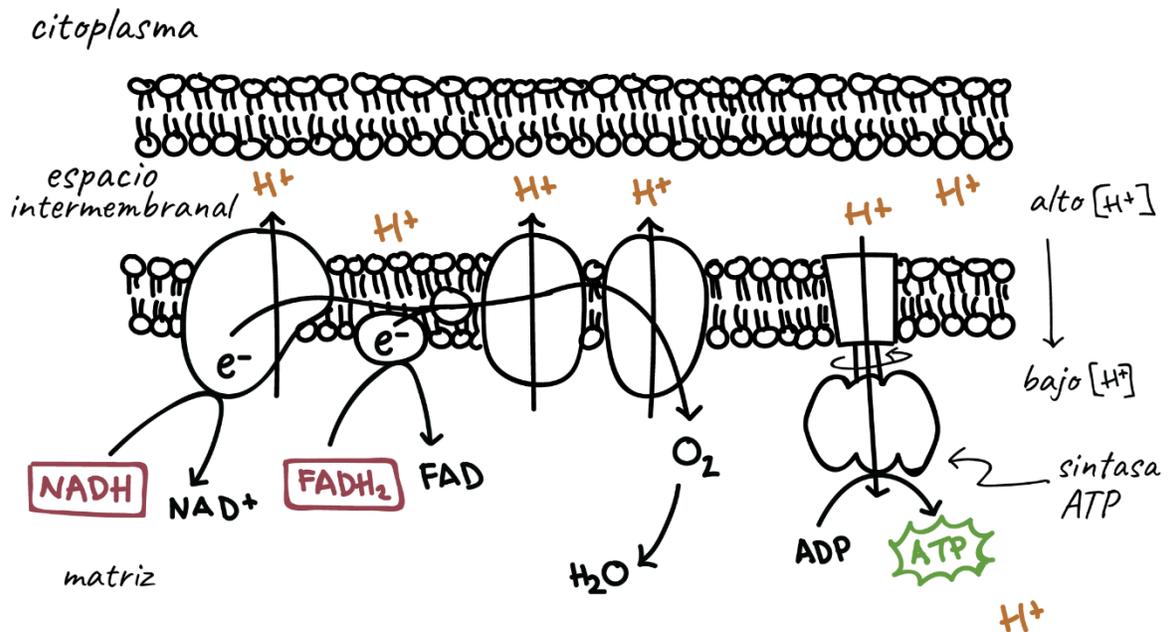
Las moléculas portadoras de electrones energizados NADH y FADH<sub>2</sub> entregan sus electrones a la cadena de transporte de electrones, donde su energía servirá para sintetizar ATP por quimiosmosis (Audesirk y col., 2010).

#### 4.2.5 Transporte de electrones

Al final de las reacciones de la matriz mitocondrial la célula ganó cuatro ATP de la molécula de glucosa original (una ganancia de 2 durante la Glucólisis y 2 durante el ciclo de Krebs). Sin embargo, durante la Glucólisis y reacciones de la matriz de la mitocondria la célula captó muchos electrones energizados en moléculas portadoras: en total 10 NADH y 2 FADH<sub>2</sub> por cada molécula de glucosa que se degrada. Estos portadores liberan 2 electrones energizados en una **Cadena de Transporte de Electrones (CTE)** de la cual se insertan muchas copias en la membrana interna de la mitocondria.

1. NADH y FADH<sub>2</sub> donan sus electrones energizados y iones hidrogeno a la CTE. A medida que los electrones pasan por la cadena (flechas grises gruesas de la figura), parte de su energía sirve para bombear iones hidrogeno de la matriz al espacio intermembranoso (flechas rojas delgadas).
2. Esto genera un gradiente de iones que impulsa la síntesis de ATP
3. Al final de la cadena de transporte de electrones, los que no tienen energía se combinan con los iones hidrogeno y el oxígeno de la matriz y forman agua.
4. Los iones hidrogeno pasan por su gradiente de concentración del espacio intermembranoso a la matriz a través de los canales de ATP sintasa y producen ATP (32 o 34 moléculas de ATP por cada molécula de glucosa) a partir de ADP y fosfato.

**En resumen, la Glucólisis produce 2 moléculas de ATP, el ciclo de Krebs produce otras 2 moléculas de ATP y finalmente en el transporte de electrones el número de ATP's que se producen es de 32 o 34, que en suma nos da un total de 36 (células de los músculos, neuronas, etc.) o 38 (células del corazón y del hígado) moléculas de ATP.**



**Fig. 8. Membrana interna, membrana externa, espacio intermembranal y matriz de la mitocondria (CTE). Tomada de: [www.es.khanacademy.org](http://www.es.khanacademy.org)**

Como se puede observar la degradación de la glucosa para formar ATP, involucra un gran número de reacciones químicas y productos intermedios. La descripción anterior es un tanto cuanto superficial ya que no menciona, por ejemplo, las enzimas que participan en cada uno de los procesos que ocurren para dar origen a un producto intermedio. Sin embargo, a pesar de que esta descripción es superficial a los estudiantes de media superior les cuesta mucho trabajo el aprendizaje de este proceso.

## **5. LA RESPIRACION CELULAR EN EL SUBSISTEMA ESTATAL DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR (ESTADO DE MEXICO) Y EN ESCUELAS INCORPORADAS A LA UNAM (SISTEMA CCH)**

La respiración celular es un tema que se imparte en la asignatura de Biología I para las escuelas de nivel medio superior que están incorporadas a la UNAM, dicha asignatura se imparte en el tercer semestre, y viene incluido en la segunda unidad (¿cómo se lleva a cabo la regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos?).

Según el programa de estudio de biología I de CCH, el propósito de la segunda unidad de Biología I es: Al finalizar la Unidad, el alumno explicará los principios básicos de los procesos de regulación,

conservación y reproducción, a partir de su estudio como un conjunto de reacciones y eventos integrados, para que comprenda cómo funcionan y se perpetúan los sistemas vivos.

Mientras que el mismo programa como aprendizaje indica lo siguiente: Explica los aspectos generales de la fotosíntesis, respiración, fermentación, replicación de ADN y síntesis de proteínas.

Por otro lado, la respiración celular es un tema que el subsistema estatal de educación media superior del Estado de México incluye en la asignatura de biología general, la cual se imparte a alumnos de tercer semestre. En los programas correspondientes a esta asignatura, se manejan los siguientes objetivos, los cuales no solo hacen referencia al proceso de respiración celular, sino al metabolismo en general:

1. Que el alumno identifique la contribución estructural y funcional de las biomoléculas y componentes inorgánicos asociados a los intercambios dinámicos de materia y energía.
2. Que el alumno describa los procesos celulares anabólicos, catabólicos por medio de la elaboración de esquemas dinámicos.

Lo anterior es muy importante ya que será un referente para indicar el grado de alcance de los aprendizajes que deben adquirir los estudiantes sobre la respiración celular. Creemos que la descripción que se hizo en el apartado anterior de cada una de las etapas que están involucradas en la respiración celular está acorde con los objetivos propios de la asignatura, que es, a grandes rasgos, que los estudiantes describan los procesos celulares anabólicos y catabólicos.

Como se puede observar tanto el propósito, en el caso de CCH como el objetivo, en el caso del subsistema estatal de Educación Media Superior del Estado de México son muy generales, ya que por ejemplo no exige que el alumno aprenda cada una de las enzimas que participan en esta vía metabólica que sigue la glucosa, para generar grandes cantidades de ATP.

Los objetivos en biología general del subsistema estatal son demasiado generales debido a que en esta asignatura se ven demasiados temas, por lo cual todos ellos deben abordarse de forma superficial, ya que el tiempo con el que se cuenta a lo largo de un semestre (aproximadamente 78 horas), es insuficiente para tratar la mayoría de los temas a fondo. A diferencia de ello existen otros sistemas educativos que tienen biología I y II incluso III y hasta cuatro IV, como es el caso del CCH y escuelas incorporadas a este sistema.

## 6. ANTECEDENTES

El aprendizaje de este proceso requiere que los estudiantes tengan conocimientos relacionados con aspectos químicos, como el que tengan en su haber conocimientos sobre los diferentes grupos funcionales, etc., aspectos que se manejan en asignaturas previas al programa de biología general del nivel medio superior del sistema educativo del Estado de México y de Biología I de escuelas incorporadas a la UNAM (sistema CCH).

Por otro lado, el aprendizaje de este proceso también requiere que el estudiante tenga un cierto nivel de abstracción, ya que el gran número de reacciones que ocurren no pueden ser visibles a simple vista.

Dicho esto, el Metabolismo de los carbohidratos constituye uno de los temas más importantes enseñados reiteradamente en las escuelas de media superior y a nivel licenciatura en carreras relacionadas con la Biología, la Química, la Medicina y la Nutrición. Se vuelve de vital importancia su enseñanza y aprendizaje ya que el metabolismo de los carbohidratos, sobre todo las vías metabólicas que involucran la obtención de grandes cantidades de ATP (respiración celular) son necesarias para el crecimiento y regeneración celular, síntesis de proteínas, movimiento de los diferentes tipos músculos, etc., de ahí la importancia de que los estudiantes de media superior comprendan las reacciones que esta involucradas en estas vías o rutas metabólicas.

Según Songer y col. (2008 citado por Garólafo y Alonso 2009) el aprendizaje del metabolismo de los carbohidratos presenta obstáculos y errores conceptuales para los estudiantes novatos. Estos errores, se han detectado tanto en estudiantes preuniversitarios como universitarios, por ejemplo, es muy común que muchos de ellos consideren a la glucosa como única fuente de energía de las células, lo cual no es verdad ya que como marca la figura 6, tanto las grasas, como las proteínas, y otro tipo de glúcidos pueden entrar en la respiración celular con el fin de obtener moléculas de ATP.

Otro problema es que los estudiantes no logran integrar los procesos a nivel molecular de la respiración celular con procesos fisiológicos. Esto da cuenta de la necesidad de engarzar en contextos sistémicos la enseñanza de contenidos de nivel molecular o celular, de tal forma que puedan otorgarles significados biológicos a sus aprendizajes (Garólafo y col., 2014)

Según Ferreiro y Ocelli (2008) 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. Es muy común que se considere todo intercambio gaseoso como una respiración.

Según Charrier y col., (2006) algunas problemáticas que giran en torno al aprendizaje de la respiración celular son las siguientes:

1. Muchos estudiantes consideran que las plantas no respiran, para otros solo respiran de día y otros consideran que respira de noche.
2. Presentan una escasa comprensión del lugar donde se realiza la respiración celular. Por lo general mencionan al pulmón, branquias, tráqueas, hojas y raíces.
3. La respiración ocurre solo en células del sistema circulatorio.
4. La respiración de los animales es distinta a la de los vegetales.
5. Se desconoce que la respiración es una fuente de obtención de energía.

De igual forma Charrier y col., (2006) consideran que una de las fuentes de estas concepciones previas erróneas que poseen los estudiantes son producto de propuestas muy tradicionales para su enseñanza aprendizaje. La enseñanza promueve aprendizajes basados en la memoria y la repetición, con exceso de terminología científica y escaso número de actividades.

Dentro de la enseñanza de las ciencias, 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) citado por (Ferrero y Occelli, 2008).

Para la enseñanza del metabolismo de los carbohidratos se reconocen en la literatura numerosos Modelos Científico Explícito (MCE), este se define como un recorte y secuenciación de contenidos complejos e imbricados que se plasman en textos y discursos en clase. Entre los que se destacan los procesos de glucólisis, ciclo de Krebs y respiración celular, etc. Al diseñar sus clases, los docentes suelen recrear estos MCE tal como se encuentran en la bibliografía de referencia; e, incluso, sus contenidos se incluyen como ítems en las evaluaciones formales que se les toma a los estudiantes (Garólafo y col., 2014).

Habitualmente, la dinámica de las clases teóricas se centra desde el profesor en una exposición oral de los tópicos acompañada por una serie infinita de diapositivas. Y desde los estudiantes en una posición cómoda en una silla de escuchar lo que se dice y eventualmente anotar algo en las copias

impresas de las diapositivas (Vullo, 2014). Después de ello memorizar y presentarse a un examen donde lo poco o mucho que se logró memorizar es utilizado para contestar dicha prueba.

Magnarelli y col, (2009) realizaron un estudio sobre la enseñanza de bioquímica en la Escuela de Medicina de la Universidad Nacional de Comahue, en Argentina. En dicha investigación dejaron a un lado el modelo expositivo de los docentes y lo reemplazaron por discusión en pequeños grupos, seguidas de clases de consolidación. Las estrategias didácticas, desarrolladas con frecuencia semanal, comprendieron además: resolución de cuestionarios guía, trabajos prácticos de laboratorio y seminarios científicos, en las cuales se abordan los contenidos de cada módulo desde diferentes perspectivas.

También Magnarelli y col., (2009), concluyeron con relación al gran número de alumnos, característico de la mayoría las universidades, el trabajo en pequeños grupos ha evidenciado ser una estrategia que facilita la práctica docente ya que aumenta la motivación intrínseca y desarrolla la autonomía de los estudiantes. A su vez, el desarrollo de actitudes cooperativas entre los alumnos propicia el aprendizaje significativo de contenidos específicos al mismo tiempo que promueve la formación ética.

El problema del gran número de estudiantes también es propio de los centros educativos de educación básica y media superior en México (en algunas escuelas los salones pueden llegar a tener hasta 60 estudiantes), lo cual dificulta los procesos de enseñanza aprendizaje no solo de la respiración celular sino de cualquier tema y de cualquier asignatura.

Por su parte Ortiz (2010) realizó un trabajo sobre el metabolismo en estudiantes de nivel medio superior (sistema CCH), en el ofreció para las actividades de inicio, desarrollo y cierre toda una gama de actividades de tipo constructivista como trabajos en equipo, investigaciones, construcción y discusión de mapas mentales y conceptuales, prácticas de laboratorio, exposiciones y juegos, y con ello obtuvo resultados satisfactorios sobre aprendizajes relacionados con el metabolismo. También señala que en oposición al modelo tradicional de la enseñanza de la ciencia donde se concibe que aprender es repetir al pie de la letra la explicación del profesor, es que optamos por el enfoque constructivista de la educación. Entre sus bondades esta evitar la memorización, aplicar los contenidos a situaciones cotidianas y promover el trabajo en equipo como una forma de socializar el conocimiento y crecimiento individual de los estudiantes.

Aunado a ello Castelán (2011) realizó una investigación donde propone como eje fundamental el uso de prácticas de laboratorio como motor de la motivación para el aprendizaje de la respiración celular.

Dicho esto, los sujetos expertos —como los docentes y los investigadores— habrían construido sus modelos mentales expertos a lo largo de su formación profesional específica, tras años de estudio. Los estudiantes novatos, en cambio, no reconstruyen fácilmente los modelos mentales expertos y, ello los conduciría a aprendizajes erróneos o fragmentados, que constituirían sus modelos mentales idiosincrásicos (Garólafo y col., 2014).

Incluso Ferrero y Occelli (2008) observaron que los contenidos relacionados con el tema de la respiración celular, en algunos libros de ciencias, son abordados fundamentalmente de forma declarativa, minimizando en ocasiones la inclusión de actividades e ilustraciones. En relación a estas últimas, se observó una predominancia para especificar el lugar donde ocurre el proceso en células eucariotas, resultando en general escasa la utilización de este recurso para el abordaje de los demás conceptos. Incluso detectaron que algunas editoriales no incluyeron ilustraciones para abordar este tema. Esto parece indicar que para las editoriales, la comprensión puede alcanzarse sólo mediante una enseñanza expositiva, aspecto que contradice las nuevas tendencias en la didáctica de las ciencias.

Valencia (2008) realizó un estudio sobre las dificultades de bioquímica en estudiantes de enfermería de la Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, dicho estudio giraba en torno a aplicar un cuestionario a estudiantes de dicha carrera. De las entrevistas a los estudiantes se identificaron diferentes motivos por los cuales se les dificulta el aprendizaje de bioquímica. Entre otras preguntas estaba ¿les ayuda a su aprendizaje los métodos de enseñanza utilizados por los profesores?, algunos estudiantes mencionaron que las “clases son aburridas”, por lo que no les gustaban los métodos y no sentían la suficiente confianza para preguntar sus dudas. Esto pone de manifiesto la necesidad de aplicar métodos activos en donde exista un protagonismo estudiantil, la construcción del conocimiento por el sujeto cognoscente, la solución de problemas que demanda la sociedad y el trabajo independiente calidad.

Así que se vuelve de suma importancia la necesidad de que los estudiantes desarrollen la habilidad de aprender a aprender y con ello logren una independencia cognoscitiva.

## **7. JUSTIFICACIÓN**

La enseñanza de temas como metabolismo, y en específico de la respiración celular representa un desafío en todos los niveles de cursos universitarios y no se diga en los cursos de nivel medio superior. Cómo planificar las clases para hacerlas amenas y cómo evaluar correctamente lo que se aprende es un tema que compete a todos los profesores pero que no es fácil de afrontar y mucho menos tratándose de un tema tan abstracto como lo es la respiración celular. La comprensión de los fenómenos y la integración de conceptos son los obstáculos a superar que requieren de la ocupación y preocupación de los profesores y del trabajo conjunto con los estudiantes. Es por ello que a través del presente trabajo se pretende probar si la estrategia didáctica conocida como simulación (role playing) puede ser una herramienta útil para la enseñanza de la respiración celular.

## **8. OBJETIVO GENERAL**

Determinar si la simulación (role playing) es una herramienta útil para el aprendizaje de la respiración celular en alumnos de educación media superior.

## **9. HIPÓTESIS**

La estrategia didáctica conocida como simulación (role playing) servirá como una alternativa para que los estudiantes de educación media superior comprendan mejor las reacciones que están involucradas en el proceso de respiración celular.

## **10. MÉTODO**

### **Contexto**

La hipótesis de trabajo se llevó a cabo en el Colegio Alzate el cual está incorporado a la UNAM y tiene un modelo de incorporación CCH. Este colegio está ubicado en el municipio de Ozumba, dicho municipio se ubica en la zona sur oriente del Estado de México. A este centro de estudios acuden estudiantes de los municipios conurbados, entre los que se encuentran, Juchitepec, Tepetlixpa Amecameca, Tlalmanalco.

Al estar ubicada en una zona rural la principal actividad económica de los habitantes, y por ende de las familias de los alumnos de dicha institución, son las actividades agropecuarias. Otra actividad económica que realizan los tutores es el comercio y en contados casos los tutores realizan alguna actividad profesional como la abogacía, docencia, medicina, etc.

Dicha institución cuenta con seis grupos, dos de primer año, dos de segundo, y dos de tercer año. La presente investigación (simulación como una herramienta para el aprendizaje de la respiración celular) se realizó en uno de los dos grupos de segundo año, correspondiente al tercer semestre que es el semestre donde se imparte la asignatura de Biología I, misma que contiene los temas de respiración celular. El grupo testigo fue el 3020 y el experimental (donde se probó la simulación) fue el grupo 3010. La selección del grupo testigo y experimental fue al azar.

Los grupos son reducidos, por ejemplo, los de tercer semestre cuentan en promedio con 30 estudiantes, y debido a esta característica la gestión conductual y académica dentro del aula se vuelve un poco más fácil y la atención por parte de los docentes es mejor.

Al tratarse del tercer semestre las edades oscilan entre los 16 y 17 años, y la gran mayoría de los estudiantes están cursando por primera vez esta asignatura, solo algunos de ellos la están recursando, siendo más específicos, en el grupo experimental hay dos recursadores mientras que en grupo control solo hay un estudiante en esta situación.

Al estar ubicado este colegio en una zona rural (a dos horas de la Ciudad de México), los estudiantes no tienen gran influencia de las tribus que se ven en las grandes urbes como punks, cholos, emos, darketos, dolys, etc.

En general son jóvenes respetuosos y con valores. Ambos grupos son heterogéneos, por ejemplo, algunos estudiantes tienen el constante deseo de aprender y tienen la facilidad de realizar los trabajos en clase, otros, como muchas veces sucede en los grupos escolares, les cuesta trabajo iniciar, desarrollar y finalizar las tareas, cuestión atribuida a la falta de interés, al no estar motivados o al simple hecho de no gustarles la asignatura o la misma escuela.

Son jóvenes con gustos variados, por ejemplo, practican deportes como fútbol, basquetbol, a otros les gusta la música y por ende tocan algún instrumento musical, otros pasan el tiempo libre con sus amistades más cercanas y desafortunadamente algunos de ellos ya tienen contacto con el alcohol.

La mayoría de los estudiantes de esta institución viven en familia y solo algunos de ellos tienen familias disfuncionales, lo que trae como consecuencia que estos estudiantes presenten problemas, sobre todo, de bajo rendimiento académico.

## **Intervención**

Parte importante de todo proceso de enseñanza aprendizaje es la exploración de los conocimientos previos, estos se pueden definir como las concepciones que poseen los estudiantes con respecto a un determinado tema. Es de suma importancia tener en cuenta y explorar los conocimientos previos de los estudiantes ya que a partir de ellos los estudiantes construyen la base para incorporar nuevos conocimientos a su estructura cognitiva. Con los conocimientos previos los estudiantes relacionan, de una forma lógica, lo que saben con lo que pretenden aprender.

Para la exploración de conocimientos previos se realizó una prueba objetiva (pre test) a ambos grupos, la cual constó de 25 reactivos de opción múltiple (anexo 1). Dichos reactivos fueron validados por profesores dedicados, desde hace varios años, a impartir la materia de biología general en diferentes centros educativos de media superior de los municipios que pertenecen a la zona antes mencionada.

## **Grupo testigo**

Se les presentaron los temas relacionados con la respiración celular de una forma tradicional donde el docente fue el expositor y los alumnos sólo se limitaron a escuchar y a tomar notas durante las diferentes sesiones utilizadas para cubrir dichos temas.

Para ver los temas referentes a la respiración celular el grupo testigo contó con los siguientes tiempos:

- Sesión 1. Se identificaron previos (pre test) y se abordaron los subtemas de glucólisis y fermentación, esta sesión incluyó actividades de inicio, desarrollo y cierre (anexo 4, 5 y 6).
- Sesión 2. Se abordaron los subtemas de formación de acetil CoA y Ciclo de Krebs, de igual forma esta sesión incluyó actividades de inicio, desarrollo y cierre.
- Sesión 3. Se abordó el tema de Transporte de electrones con actividades de inicio, desarrollo y cierre.
- Sesión 4. Se aplicó un post test con el fin de identificar los aprendizajes obtenidos.

## Grupo experimental

Una parte importante fue el hecho de hacer saber al grupo de estudiantes que participaron en la simulación en que consiste y como se realiza esta estrategia de aprendizaje, aunado a ello, en este punto los estudiantes debieron tener presente que aspectos se tomarían en cuenta para la evaluación de la simulación y dichos aspectos estuvieron incluidos en una lista de cotejo (anexo 2).

En el grupo experimental (equipos) donde se presentó la investigación, los estudiantes tuvieron la tarea de realizar una lectura previa sobre las etapas de la respiración celular con el fin de tener elementos que posteriormente fueron utilizados para la elaboración de organizadores gráficos. Estos organizadores fueron la base del conocimiento empleado y fueron el material visual para realizar la simulación, algunos equipos los presentaron en power point y otros en papel.

La elaboración de organizadores gráficos fue evaluada con una lista de cotejo (anexo 3) al igual que la simulación. Estas dos listas de cotejo fueron entregadas a los equipos del grupo experimental desde el inicio de la puesta en marcha de la simulación, con el fin de que todos los estudiantes estuvieran en el entendido de lo que se iba a evaluar.

Para que los alumnos pudieran presentar la simulación se contó con los siguientes tiempos:

- Sesión 1. Se explicó que es la simulación y se identificaron conocimientos previos (pre test), además se explicó de forma general que es la respiración celular y las etapas que están involucradas en dicho proceso.
- Sesión 2. Los estudiantes investigaron, dieron lectura y elaboraron organizadores gráficos referentes a la glucólisis, fermentación y formación de acetil CoA.
- Sesión 3. Los estudiantes investigaron, dieron lectura y elaboraron organizadores gráficos sobre Ciclo de Krebs y transporte de electrones.
- Sesión 4. Presentación de la simulación (previo ensayo).
- Sesión 5. Aplicación de post test con el fin de identificar los aprendizajes.

Como ya se señaló con antelación tanto al grupo experimental como al grupo testigo se le aplicó de nueva cuenta una prueba objetiva (post test) con el fin de tener un referente y poder comparar el nivel aprendizaje entre los dos grupos, y con ello poder determinar si la estrategia conocida como simulación es una estrategia que permite un mejor aprendizaje de los temas relacionados con la respiración celular.

Tanto los resultados de los pre test como los post test fueron sometidos a un análisis estadístico, el cual permitió dar una mayor validez y un sustento matemático a los resultados que se obtuvieron.

Haciendo referencia a los análisis estadísticos, cabe mencionar que en primer lugar se aplicó la prueba estadística de Shapiro Wilk determinar si cada uno de los conjuntos de datos, es decir, pre test experimental, pre test testigo, post test experimental y post test testigo, tenían una distribución normal, esto con fin de saber qué tipo de pruebas estadísticas (pruebas paramétricas o pruebas no paramétricas) se aplicarían a los cuatro conjuntos de datos y así obtener un soporte estadístico más confiable.

## 11. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados tanto de los post test como de los pre test del grupo testigo y experimental se encuentran en las siguientes tablas:

<b>Grupo testigo (3020)</b>			
<b>Número consecutivo</b>	<b>Número de aciertos del pre test</b>	<b>Número de aciertos del post test</b>	<b>Nombre</b>
1	5	7	Enrique
2	6	7	Alejandro
3	6	7	Naomi
4	8	10	Montserrat
5	7	9	Saúl
6	6	9	Esteban
7	12	15	Mónica
8	9	14	Paola
9	10	16	Luz Evelia
10	9	14	Aranza
11	3	6	Saniel
12	8	9	Michelle
13	7	8	Kimberly
14	7	7	Adriana
15	7	8	Elían

16	7	14	Ivan
17	9	13	Jonatan
18	9	11	Angelli
19	9	10	Ana
20	8	9	Dante
21	9	11	Acxel
22	9	12	Alisso
23	9	9	Yoltik
24	9	10	Vicente
25	8	9	Jr
26	8	10	Antonio
27	8	10	Hipólito
28	8	9	Naomi
29	8	8	Cristal

**Tabla 1. Grupo testigo. Número de aciertos del pre test y post test**

<b>Grupo experimental (3010)</b>			
<b>Número consecutivo</b>	<b>Número de aciertos del pre test</b>	<b>Número de aciertos del post test</b>	<b>Nombre</b>
1	10	11	Eduardo
2	11	18	Leslie
3	8	14	Mariana
4	4	6	Juan
5	9	8	Abril
6	8	16	diego
7	7	15	Orlando
8	12	17	Pablo
9	6	11	Valentina
10	6	12	Moisés
11	12	18	Armando
12	10	17	Paola

13	6	11	Gerardo
14	13	19	Frida
15	5	10	Ameyalli
16	10	18	Karla
17	6	9	Claudia
18	4	6	Emanuel
19	4	14	Carmen
20	8	15	Ángel
21	4	7	Sofía
22	9	15	Josué
23	13	22	Allen
24	6	8	Gael
25	6	7	Alexander
26	5	7	Nicolás
27	10	18	Bryan
28	6	10	Jacob
29	10	17	Gael

**Tabla 2. Grupo experimental. Número de aciertos del pre test y post test**

### **Prueba de normalidad**

Las investigaciones tienen a bien arrojar datos cualitativos o datos cuantitativos, en ambos casos lo importante es someterlos a pruebas estadísticas, analizarlos e interpretarlos con el fin de darles validez, llegar a una conclusión y posteriormente a la toma de decisiones.

Dicho esto, el primer análisis estadístico que se aplicó a los cuatro grupos de datos, es decir, al pre test del grupo testigo y experimental, y al post test del grupo testigo y experimental, fue la prueba Shapiro Wilk para determinar si cada grupo de datos seguía o no una distribución normal, ello con el fin de deliberar que tipo pruebas estadísticas servirían para tratar matemáticamente estos grupos de datos, porque como bien sabemos a los datos que presentan una distribución normal se les aplica una estadística de tipo paramétrica, mientras que a los datos que no poseen una distribución normal se les aplican pruebas estadísticas no paramétricas. Como es bien sabido la prueba Shapiro Wilk se utiliza para muestras menores a 50 (29 para este estudio).

Las hipótesis a contrastar fueron:

Ho: Los datos obtenidos muestran una distribución normal

$p > 0.05$  los datos obtenidos muestran una distribución normal

Ha: Los datos obtenidos no muestran una distribución normal

$p < 0.05$  los datos obtenidos no muestran una distribución normal

El tratamiento de los datos se realizó en el programa Excel y los resultados arrojados sugirieron que los cuatro grupos de datos, es decir, pre test y post test del grupo experimental y el pre test y post test del grupo testigo, no poseen una distribución normal, ya que el valor de p resultó ser menor a 0.05. El estadístico de prueba resultante, en este caso SWc, así como el SWt y el valor de p obtenido se muestran en la siguiente tabla:

	<b>Experimental Pre test</b>	<b>Experimental Post test</b>	<b>Testigo pre test</b>	<b>Testigo post test</b>
<b>SWt</b>	<b>0.926</b>	<b>0.926</b>	<b>0.926</b>	<b>0.926</b>
<b>SWc</b>	<b>0.7630 73214</b>	<b>0.741871315</b>	<b>0.423948732</b>	<b>0.641933669</b>
<b>p valor</b>	<b>&lt;0.01</b>	<b>&lt;0.01</b>	<b>&lt;0.01</b>	<b>&lt;0.01</b>

Para tener la plena certeza de que los datos seguían o no una distribución normal también fueron sometidos a la prueba Kolmogorov Smirnov, este estadístico arrojó los siguientes datos:

	<b>Experimental Pre test</b>	<b>Experimental Post test</b>	<b>Testigo pre test</b>	<b>Testigo post test</b>
<b>KSt</b>	<b>0.24571</b>	<b>0.24571</b>	<b>0.24571</b>	<b>0.24571</b>
<b>KSc</b>	<b>0.19337712</b>	<b>0.151025774</b>	<b>0.207480312</b>	<b>0.194868318</b>
<b>P valor</b>	<b>mayor de 0.20</b>	<b>Mayor de 0.20</b>	<b>mayor de 0.10 pero menor de 0.20</b>	<b>aproximada de 0.20</b>

Dado que los valores de p obtenidos fueron mayores a 0.05 la hipótesis nula se rechazó, es decir, los datos no siguen una distribución normal, confirmando una vez más la no normalidad arrojada por la prueba Shapiro Wilk.

Cabe señalar que, tanto los datos de SWt, KSt y su respectivo valor de p fueron obtenidos de tablas.

### Pre test vs pre test

Dicho lo anterior, se decidió comparar en primer término el pre test del grupo testigo vs el pre test del grupo experimental, ello con el fin de determinar en qué estatus se encontraban dichos grupos en relación a los conocimientos previos del tema respiración celular. Para dicha comparación se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann Whitney para muestras independientes y se sometieron a prueba las siguientes hipótesis:

Ho: No existen diferencias significativas entre los conocimientos previos de ambos grupos  
 $p > 0.05$  no existen diferencias entre los conocimientos previos de ambos grupos.

Ha: Existen diferencias significativas entre los conocimientos previos de ambos grupos  
 $P < 0.05$  existen diferencias entre los conocimientos previos de ambos grupos

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos de la prueba estadística antes mencionada. El análisis estadístico se llevó a cabo en el programa Excel:

Suma de rangos experimental	Suma de rangos control	U de Mann Whitney	Z calculada	Z teórica	P calculado	P teórico
1013	698	263 578	-0.21	-1.96, 1.96	0.4168	0.05

Como la p obtenida de cálculos realizados en Excel es de 0.4168, siendo esta mayor a 0.05 se acepta la hipótesis nula lo cual nos indica que no existen diferencias significativas entre los conocimientos previos de ambos grupos (testigo y experimental). Expresado de otra forma el valor de z calculado es igual a -0.21 lo que corresponde al área de aceptación de la hipótesis nula. Dicho esto, podemos decir que los conocimientos previos de ambos grupos sobre el tema respiración celular fueron muy similares

con lo cual identificamos que ambos grupos partieron con el mismo nivel de conocimientos previos sobre este tema.

### **Pre test vs post test grupo testigo**

Ahora bien, también fue importante hacer un análisis estadístico que nos permitiera conocer el grado de aprendizaje sobre el tema respiración celular en el grupo testigo, es decir, aquel que estuvo sometido a una clase tradicional o expositiva. Para ello también se aplicó a los resultados del pre test y post test la prueba estadística de Wilcoxon, y la formulación de las hipótesis fue la siguiente:

Ho: Las clases expositivas no produce aprendizajes sobre la respiración celular.

$p > 0.05$  no existen aprendizajes en la clase tradicional.

Ha: Las clases expositivas producen aprendizajes sobre la respiración celular.

$p < 0.05$  existen aprendizajes en la clase tradicional.

La siguiente tabla muestra los resultados arrojados por la prueba antes mencionada:

<b>Z calculada</b>	<b>P calculada</b>	<b>Z teórica</b>	<b>P teórica</b>
<b>-4.7</b>	<b>0</b>	<b>-1.96; 1.96</b>	<b>0.05</b>

Dado que la prueba estadística nos arroja un valor de  $p$  igual a 0 y este es menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna la cual indica que efectivamente las clases expositivas producen aprendizajes sobre la respiración celular. Dicho de otra forma como el valor de  $z$  resulto ser -4.7 y este valor es menor a -1.96 la hipótesis nula se rechaza y se acepta la hipótesis alterna.

### **Pre test vs Post test grupo experimental**

De la misma forma fue importante hacer un análisis estadístico que nos permitiera conocer el grado de aprendizaje sobre el tema respiración celular en el grupo experimental, es decir, aquel donde se aplicó la simulación o role playing como estrategia de aprendizaje. También se le aplicó a los resultados del pre test y post test la prueba estadística de Wilcoxon, y la formulación de las hipótesis fue la siguiente:

Ho: La simulación no produce aprendizajes sobre la respiración celular.

$p > 0.05$  no existen aprendizajes con la simulación.

Ha: La simulación produce aprendizajes sobre la respiración celular.

$p < 0.05$  existen aprendizajes con la simulación.

La siguiente tabla muestra los resultados arrojados por lo prueba antes mencionada:

<b>Z calculada</b>	<b>P calculada</b>	<b>Z teórica</b>	<b>P teórica</b>
<b>-4.66</b>	<b>0</b>	<b>-1.96; 1.96</b>	<b>0.05</b>

Dado que la prueba estadística nos arroja un valor de  $p$  igual a 0 y este es menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna la cual indica que efectivamente la simulación al igual que la clase expositiva produce aprendizajes sobre la respiración celular.

Dicho esto, las pruebas estadísticas mostraron que tanto la clase expositiva como la simulación produjeron aprendizajes tanto en el grupo testigo como en el grupo experimental, por tal motivo, fue necesario comparar con una prueba estadística el grado de aprendizaje entre los dos grupos esto con el fin de obtener evidencia clara que mostrara si el grado de aprendizaje era igual o mayor en el grupo experimental (sometido a la simulación) que en el grupo control.

### **Post test (grupo testigo) vs Post test (grupo experimental)**

El análisis estadístico que se utilizó para comparar los resultados obtenidos de ambos post test fue la prueba U de Mann Whitney para muestras independientes, y se sometieron a prueba las siguientes hipótesis:

Ho: No existen diferencias significativas entre la simulación y la clase expositiva.

$p > 0.05$  No existen diferencias entre la simulación y la clase expositiva.

Ha: Existen diferencias significativas entre la simulación y la clase expositiva.

$p < 0.05$  existen diferencias entre la simulación y la clase expositiva

La siguiente tabla muestra los resultados arrojados por la prueba antes mencionada:

Suma de rangos experimentales	Suma de rangos control	U de Mann Whitney	Z calculada	Z teórica	P calculado	P teórico
1013	698	263 578	-2.44	-1.96, 1.96	0.00734	0.05

Como se puede observar el valor de p es igual a **0.00734**, arrojado por la prueba estadística, y es menor a 0.05 por tal motivo se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna la cual señala que existen diferencias significativas entre los aprendizajes adquiridos producto de la simulación o role playing comparados con los aprendizajes adquiridos en la clase expositiva. Dicho de otra forma, el valor de z calculada (-2.44) cae fuera de zona de aceptación de la hipótesis nula por lo tanto esta se rechaza y se acepta la hipótesis alterna.

El análisis estadístico muestra, en este caso, que si hay una diferencia a favor de la simulación en cuanto a aprendizajes de la respiración celular respecto a las clases expositivas. Con ello se comprueba la utilidad de esta herramienta en el aprendizaje del tema biológico antes mencionado. Varios estudios sobre la simulación aplicada en las carreras del ámbito médico, como la medicina y la enfermería, han obtenido resultados similares, es decir, resultados que muestran que la simulación es una herramienta útil para:

1. La adquisición del conocimiento médico, se favorece la adquisición de ciertas habilidades técnicas y se fomenta el trabajo en equipo (Dávila, 2014).
2. La adquisición de ciertas habilidades técnicas y competencias necesarias para el cuidado de la salud (Dávila, 2014).

De igual forma López-Chávez y Chávez (2013) realizaron un estudio donde pusieron a prueba esta estrategia de enseñanza, llegando a lo siguiente:

1. Las simulaciones educativas pueden convertirse en un importante instrumento en la búsqueda sistemática del profesorado por desplegar un proceso docente, donde los estudiantes protagonicen y puedan mostrar las potencialidades que harán de ellos profesionales a la altura de los cambios científico-tecnológicos que actualmente despliega la Educación Médica Superior cubana.

2. La implementación de la simulación educativa en esta disciplina demostró que constituye una vía efectiva de enseñanza-aprendizaje, para el logro de un conjunto de habilidades que posibiliten alcanzar modos superiores de actuación, estimula el desarrollo de actividades colectivas, investigativas, promueve el desarrollo del pensamiento científico, político, social y económico de los estudiantes. Se convierte en una forma más integradora
3. para evaluar el aprendizaje de los educandos.

Dicho esto, a simple vista parece obvio que la simulación puede ser una alternativa para los aprendizajes, no solo de la respiración celular, sino de otros temas biológicos, debido a que es una estrategia donde los estudiantes, en primer término, deben conocer a la perfección el tema del que van a hablar, deben memorizarlo (de forma voluntaria) ya que simularan ser, como en este caso, médicos, biólogos o bioquímicos expertos en el tema y para ello deben saber a la perfección de lo que hablaran.

Cabe mencionar que efectivamente se comprobó una de las ventajas de la simulación, desarrollo de la creatividad, y es que al momento de realizar el material visual (elaboración de organizadores gráficos) para su simulación los estudiantes echaron mano de su imaginación (anexo 6).

Como lo menciona Pimienta (2012), la simulación propicia un acercamiento a la realidad laboral y profesional; con el presente ejercicio los estudiantes precisamente tuvieron ese acercamiento a la vida profesional ya que simularon ser investigadores o doctores expertos en el tema de respiración celular, experimentaron un posible escenario futuro como presentadores de un tema ante un público, ejercicio necesario, por ejemplo, para presentar un tema en nivel superior, presentar una tesis, presentar los resultados de una investigación, etc.

De igual forma Sánchez (2012) se pronuncia al respecto, él considera que la simulación es una experiencia que ayuda a desarrollar la confianza y seguridad necesaria para pararse frente a un grupo y “actuar” en un contexto artificial. Obviamente no es suficiente llevar a cabo una simulación para desarrollar la habilidad de presentar un tema ante un público, es necesario mediar el uso de esta herramienta hasta observar cambios, recordemos que en todo aprendizaje es necesaria la repetición y eso lleva tiempo, sin embargo, el objetivo de la simulación en este ejercicio se cumplió ya que al menos los estudiantes demostraron un mejor aprendizaje respecto a los temas de respiración celular versus clases expositivas.

García-Barrera (2015) pone de manifiesto la utilidad del role playing en el campo del conocimiento de Derecho y de igual forma señala que son necesarias varias sesiones implementando esta estrategia de aprendizaje para desarrollar habilidad en los estudiantes.

Cobo y Valdivia (2017) también recogen experiencias de la simulación aplicada en el ámbito del derecho, tal experiencia señala lo siguiente: ....El profesor Malca implementa el juego de roles en sus clases porque su dinámica permite colocar al estudiante, poco a poco en la situación real y vivir la experiencia de experimentar distintos roles relacionados con el ejercicio de su profesión....., lo que significa que los estudiantes de derecho practican la simulación en varias ocasiones hasta que la situación se vuelve lo más parecida a la realidad, con esto se reafirma una vez más que es necesaria más de una simulación para desarrollar esta habilidad en los estudiantes, sin embargo, como ya se señaló el objetivo de este trabajo no era desarrollar esta habilidad sino mejorar los aprendizajes de la respiración celular.

## **12. CONCLUSIONES**

Debido a que la enseñanza de temas relacionados con el metabolismo y en específico de la respiración celular representa un desafío en todos los niveles de cursos universitarios y no se diga en los cursos de nivel medio superior, es que se planteó, se dio seguimiento y finalmente se cumplió el objetivo del presente trabajo que fue el probar si la simulación o role playing podía ser una alternativa para el aprendizaje de dichos contenidos, para ello, se utilizaron dos grupos uno fungió como testigo y otro como experimental, dicha elección fue al azar. .

Se obtuvieron dos grupos de datos producto de la aplicación de una prueba objetiva, esta se realizó al final de la intervención expositiva en el grupo testigo y role playing en el grupo experimental, el análisis estadístico al que fueron sometidos dichos datos mostró que la simulación o role playing es efectivamente una estrategia de aprendizaje útil para que los estudiantes, al menos, de nivel medio superior comprendan y tengan mejores aprendizajes sobre las etapas y las reacciones químicas que ocurren en el proceso metabólico conocido como respiración celular, esto en comparación con la clase expositiva. Dicho esto, se puede indicar que la hipótesis sometida a prueba en el presente trabajo resultó ser verdadera.

Aunado a ello, la evidencia *in situ* demostró y corroboró lo que algunos autores señalan respecto a las ventajas de usar esta estrategia de aprendizaje, independiente del tema abordado, dichas ventajas se describen en la literatura y durante el desarrollo de este ejercicio se pudieron observar las siguientes:

- Los estudiantes pusieron a prueba su **creatividad y autoorganizaron su conocimiento** sobre las etapas de la respiración celular en dos momentos, uno al realizar sus organizadores gráficos, y dos al elaborar las presentaciones en power point que mostraron durante la simulación.
- Definitivamente los estudiantes tuvieron la necesidad de indagar e **investigar** sobre las etapas de la respiración celular, las fuentes consultadas fueron sobre todo cibergráficas. De esta forma tuvieron un pequeño acercamiento al aprendizaje autodidacta.
- La **interacción entre compañeros, la colaboración, y el trabajo colectivo** fue de suma importancia, ya que al momento de llevar a cabo la simulación fue necesaria la participación de los estudiantes como un equipo, fue necesario que entablaran un **dialogo** respecto a la información que debían o no abordar dentro de su presentación (**toma de decisión**).
- En los ensayos previos a la presentación se observó la parte **lúdica** de esta estrategia, ya que los estudiantes pretendieron, jugando, imaginando, **fantaseando**, tomar la conducta, forma de hablar, de un investigador experto en el tema de respiración celular.
- Y obviamente como fue un trabajo desarrollado en equipo los estudiantes tuvieron a bien **practicar** algunos **valores** como la empatía, tolerancia, toma de decisiones y responsabilidad.

Finalmente se puede considerar que el role playing es una estrategia que no solo es útil para aprender conceptos y reacciones propias de la respiración celular, sino que es una herramienta que engloba muchas ventajas y por ello es útil para desarrollar un sin número de habilidades y aprendizajes (conceptuales, procedimentales y actitudinales) en los estudiantes, es tarea del docente el dar a conocer e impulsar el uso de esta estrategia de aprendizaje.

### 13. REFERENCIAS

1. Arancibia, C., V., Herrera P., P. y Strasser S., K. (2008). Manual de Psicología Educacional. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. Recuperado de: <https://bibliotecafrancisco.files.wordpress.com/2016/06/manual-de-psicologc3ada-educacional-arancibia-v-herrera-p-strasser-k.pdf>
2. Audesirk, T., Audesirk, G. y Byers, B. (2011). Biología, la vida en la tierra con fisiología. Editorial Pearson.
3. Avila, J., A. (2012). Metabolismo del Ejercicio; Propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la glucólisis y el ciclo de Krebs. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/7650/1/andresalbertoavilajimenez.2012.pdf>
4. [Carbajosa, D. \(2011\). Debate desde paradigmas en la evaluación educativa. Perfiles educativos. Vol. 33, No. 132. Pp 183-192. Recuperado de: http://madems.posgrado.unam.mx/tronco\\_comun/mdl/pluginfile.php/993/mod\\_resource/content/3/Debate%20desde%20paradigmas%20en%20la%20evaluacion%20educativa%20%282011%29.pdf](http://madems.posgrado.unam.mx/tronco_comun/mdl/pluginfile.php/993/mod_resource/content/3/Debate%20desde%20paradigmas%20en%20la%20evaluacion%20educativa%20%282011%29.pdf)
5. Castelán, S., A. (2011). Propuesta de actividades experimentales como estrategia didáctica en la enseñanza del tema Respiración celular del bachillerato universitario. UNAM, FES Iztacala. Tlalnepantla de Baz, Edo. México.
6. Gonzalo Cobo Gonzales y Sylvana Mariella Valdivia Cañotte. (2017). Juego de Roles. Instituto de Docencia Universitaria, Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de: <https://idu.pucp.edu.pe/wp-content/uploads/2017/08/4.-Juego-de-Roles.pdf>
7. Cuenca, A., B., Castelán, S. I. y Rodríguez, C., R. (2012). Evaluación alternativa. Manual para profesores. CCH, UNAM.
8. Charrier, M., M., Cañal, P. y Vega, M., R. (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: Una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. Enseñanza de las ciencias 24(03),

<https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v24n3/02124521v24n3p401.pdf>

9. Dávila, C., A. (2014). Simulación en educación médica. Investigación en Educación médica. Departamento de Educación Médica de Pregrado, Facultad de Medicina, Universidad de Alberta, Edmonton, Alberta, Canadá
10. Díaz, J., R. (2002). Los mapas conceptuales como estrategia de enseñanza y aprendizaje en la educación básica - propuesta didáctica en construcción. Revista Venezolana de Educación, Educere, Vol. 6, Núm. 18, pp. 194-203. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
11. Elosúa Ma. R. (1993). Estrategias para enseñar y aprender a pensar. Ediciones Narcea, Cap. 1 a 4. Departamento de psicología básica. Procesos cognitivos. Universidad Complutense de Madrid.
12. Estrada, M., M. (2011). Paradigmas en psicología de la educación Pampedia, No.7. pp. 57-63.
13. Ferreiro, G. y Ocelli, M. (2008). Análisis del abordaje de la respiración celular en textos escolares para el Ciclo Básico Unificado. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 7 Núm. 2. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado de: [http://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/29836/CONICET\\_Digital\\_Nro.58dcee8d-b98e-4011-9198-8eaa54c03dbc\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/29836/CONICET_Digital_Nro.58dcee8d-b98e-4011-9198-8eaa54c03dbc_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
14. Frola, P., Velásquez, J. (2011). Estrategias didácticas por competencias. Diseños eficientes de intervención pedagógica. Centro de Investigación Educativa y Capacitación Institucional S.C. Coyoacán, Ciudad de México.
15. Garcia-Barrera, A. (2015). Importancia de la competencia argumentativa en el ámbito educativo: una propuesta para su enseñanza a través del role playing online. RED-Revista de Educación a Distancia. Núm. 45. Art. 4. Universidad a Distancia de Madrid. España. Recuperado de: <https://www.um.es/ead/red/45/alba.pdf>
16. García, B. F. J. & Doménech, B. F. (1997). Motivación, aprendizaje y rendimiento escolar. Revista Electrónica de Motivación y Emoción, 1(0). Recuperado de: <http://reme.uji.es/articulos/pa0001/texto.html>

17. García, G., A. 2007. La evaluación, un proceso fundamental en la calidad educativa de los centros escolares. Universidad Pedagógica Nacional Unidad UPN 042. Cd. Del Carmen, Campeche. Recuperado de: <http://200.23.113.51/pdf/25465.pdf>
18. García-Leyva, J. (2018). Los 13 tipos de aprendizaje: ¿cuáles son? Una clasificación con los tipos de aprendizaje y las características de cada uno. Psicología y mente. Recuperado de: <https://psicologiaymente.com/desarrollo/tipos-de-aprendizaje>
19. Garcia, Z., E., Guillen, C., D., Acevedo, P., M. (2011). La influencia del conductismo en la formación de profesional de enfermería. Razón y Palabra, núm. 76. Universidad de los Hemisferios Quito, Ecuador. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1995/199519981028.pdf>
20. Garófalo, S, Alonso, M. (2009). Obstáculos para el aprendizaje de respiración celular asociada al metabolismo de carbohidratos en estudiantes de nivel universitario. Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas, No. Extra. Pp. 301-306. Barcelona, España. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/293465/381992>
21. Garófalo, S., Galagovsky, L., Alonso, M. (2014). Dificultades en el aprendizaje del metabolismo de los carbohidratos. Un estudio transversal. Revista Química Viva, vol. 13, núm. 1, pp. 31-55. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/863/86330863006.pdf>
22. Grande, de P. y Abella, G., V. (2010). Los juegos de rol en el aula. Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, vol. 11, núm. 3, 2010, pp. 56-84. Universidad de Salamanca, Salamanca, España. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/2010/201021093004.pdf>
23. Ibáñez, C., J. (2015) La simulación en el aula: Juego y aprendizaje de la realidad 2º ESO. Ciencias Sociales, Geografía e Historia. Universidad de la Rioja. Recuperado de: [https://biblioteca.unirioja.es/tfe\\_e/TFE000891.pdf](https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE000891.pdf)
24. [Klimenko, O., Alvares, J. \(2009\). Aprender cómo aprendo: la enseñanza de estrategias metacognitivas. Educación y Educadores, vol. 12, núm. 2, pp. 11-28. Universidad de La Sabana, Cundinamarca, Colombia.](#) Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/834/83412219002.pdf>

25. Lara, I., F. y Cabrera, P., M. (2015). Fichas de procedimientos de evaluación educativa. Unidad de Gestión Curricular Dirección General de Asuntos Académicos. Vicerrectoría Académica. Universidad de Las Américas UDLA. Recuperado de: <http://www.udla.cl/portales/tp9e00af339c16/uploadImg/File/PlanesDeEstudio/Fichas-de-procedimientos-de-evaluacion-UDLA-b.pdf>
26. Lara, I., F. y Cabrera, P., M. (2015). Guía de Evaluación Educativa UDLA. Unidad de Gestión Curricular Dirección General de Asuntos Académicos. Vicerrectoría Académica. Universidad de Las Américas UDLA.
27. Leiva, C. (2005). Conductismo, cognitivismo y aprendizaje. Tecnología en Marcha. Vol. 18 N.º 1. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835877>
28. López-Chávez, M., G. y Chávez, H., S. (2013). Simulación educativa: Herramienta didáctica para educación Ciencia Tecnología y Sociedad en la disciplina Filosofía y Sociedad. Humanidades Médicas vol.13 no.2 Ciudad de Camaguey, Cuba. Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-81202013000200011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202013000200011)
29. Nelson, D. y Cox, M. (2009). Lehninger. Principios de Bioquímica. Ed. Omega. Barcelona.
30. Nilo, R., H. (2007). Fundamento teórico de los mapas conceptuales. Revista de Arquitectura e Ingeniería, vol. 1, núm. 2, pp. Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas, Matanzas, Cuba. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/1939/193915938003.pdf>
31. Magnarelli, G., Quintana, M., García, L., Villagran, de R., E., Cabrera, L., Ruiz-Moreno, L. (2009). EL trabajo en pequeños grupos facilita la enseñanza-aprendizaje de Bioquímica. REVISTA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO MÉDICA 33 (3) : p.p. 374 – 392. Recuperado de: <http://www.scielo.br/pdf/rbem/v33n3/08.pdf>
32. Maldonado, B., S., Yela, B., S., Roche, C. y Hurtado, O. (2011). Herramientas de evaluación en el aula. Ministerio de Educación y USAID/Reforma Educativa en el Aula. Guatemala. Recuperado de: [http://www.usaidlea.org/images/Herramientas\\_de\\_Evaluacion\\_2011.pdf](http://www.usaidlea.org/images/Herramientas_de_Evaluacion_2011.pdf)
33. Martínez, S., N. (2002). El portafolio como mecanismo de validación de aprendizaje. Perfiles Educativos, vol. XXIV, núm. 95, pp. 54-66. Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, Distrito Federal, México. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/132/13209505.pdf>

34. Monroy, F., M., Contreras, G., O. y Desatnik, M., O. (2014). Psicología Educativa. UNAM, FES Iztacala. Tlalnepantla de Baz, Edo. México.
35. Ortiz, A., C. (2010). Diseño y elaboración de estrategias de enseñanza con un enfoque constructivista para el aprendizaje del tema metabolismo, del programa de biología III del CCH. UNAM, FES Iztacala. Tlalnepantla de Baz, Edo. México.
36. Parra, P., D. (2003). Manual de estrategias de enseñanza/aprendizaje. SENA Regional Antioquia Centro Metalmeccánico, SENA Regional Antioquia. Medellin, Colombia. Recuperado de: <https://www.uaem.mx/sites/default/files/facultad-de-medicina/descargas/manual-de-estrategias-de-ense%C3%B1anza-aprendizaje.pdf>
37. Peggy, A., E. y Timothy, J., N. (1993). Conductismo, cognocitivismo y constructivismo: Una comparación de los aspectos críticos desde la perspectiva del diseño instruccional. 6(4), 50-72.
38. Pimienta, P., J. (2012). Estrategias de enseñanza aprendizaje. Docencia universitaria basada en competencias. Pearson Educación, Naucalpan Estado de México.
39. Reinhardt, N. (2007). Infografía didáctica: Producción interdisciplinaria de infografías didácticas para la diversidad cultural. Facultad de Diseño y Comunicación, Universidad de Palermo, Argentina. Recuperado de: [http://www.palermo.edu/dyc/maestria\\_diseno/pdf/tesis.completas/10%20Reinhardt.pdf](http://www.palermo.edu/dyc/maestria_diseno/pdf/tesis.completas/10%20Reinhardt.pdf)
40. Sánchez, M., M. (2013). La simulación como estrategia didáctica: aportes y reflexiones de una experiencia en el nivel superior. Párrafos Gráficos Vol. 12, N° pp. 55-60. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco – Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales - Departamento de Geografía. Recuperado de: [http://www.igeopat.org/parrafosgeograficos/images/RevistasPG/2013\\_V12\\_2/20-5.pdf](http://www.igeopat.org/parrafosgeograficos/images/RevistasPG/2013_V12_2/20-5.pdf)
41. SEP. (2013). Las estrategias y los instrumentos de evaluación desde el enfoque formativo. Serie herramientas para la evaluación en educación básica. México, D.F. Recuperado de: [http://www.educacionespecial.sep.gob.mx/pdf/doctos/2Academicos/h\\_4\\_Estrategias\\_instrumentos\\_evaluacion.pdf](http://www.educacionespecial.sep.gob.mx/pdf/doctos/2Academicos/h_4_Estrategias_instrumentos_evaluacion.pdf)

42. Taylor, L., J. (1993) Guía sobre simulación y juegos para la educación ambiental. UNESCO-PNUMA . Programa Internacional de Educación Ambiental. Santiago de Chile. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0005/000569/056905so.pdf>
43. Tünnermann, B., C. (2011). El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. Unión de Universidades de América Latina y el Caribe, vol. núm. 48, pp. 21-32.
44. Valencia, G., M. (2013). Dificultades en el aprendizaje de Bioquímica en estudiantes de la Facultad de Enfermería de la Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. Dificultad en el aprendizaje de bioquímica en estudiantes de la facultad de enfermería de la Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. Investigación Educativa Duranguense, Nº. 13, págs. 38-45. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4743384>
45. Vullo, L., D. (2014). EL desafío de enseñar y aprender metabolismo en cursos de grado. Revista Química Viva Número 1, año 13, pp. 18-30. Departamento de Química Biológica. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Recuperado de: <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v13n1/vullo.pdf>
46. Woolfolk, A. (2010). Psicología Educativa. 11a. edición. Pearson Educación de México, S.A. de C.V. Naucalpan de Juárez, Edo. de México.

## 14. ANEXOS

### 1. Prueba para obtener conocimientos previos

1. ¿Compuestos orgánicos que consumimos en los alimentos y que utilizan nuestras células como principal fuente de energía?
  - a) Proteínas
  - b) Grasas
  - c) Carbohidratos
  - d) Vitaminas
  
2. Sinónimo de carbohidratos
  - a) Azúcares
  - b) Glúcidos
  - c) Hidratos de carbono
  - d) Todos los anteriores
  
3. ¿Qué es el metabolismo?
  - a) Conjunto de reacciones químicas en los cuales se produce la síntesis de moléculas a partir de otras más simples.
  - b) Total de reacciones químicas que ocurren en las células de los seres vivos
  - c) La transformación de nutrientes orgánicos en productos finales simples, con el fin de extraer energía química útil para las células.
  - d) Es una sucesión de reacciones químicas donde un sustrato inicial se transforma y da lugar a productos finales.
  
4. ¿El anabolismo se refiere a?
  - a) La transformación de nutrientes orgánicos en productos finales simples, con el fin de extraer energía química útil para las células.
  - b) Total de reacciones químicas que ocurren en las células de los seres vivos
  - c) Conjunto de reacciones químicas en los cuales se produce la síntesis de moléculas a partir de otras más simples.
  - d) Es una sucesión de reacciones químicas donde un sustrato inicial se transforma y da lugar a productos finales.

5. ¿El catabolismo se refiere a?
- a) Total de reacciones químicas que ocurren en las células de los seres vivos
  - b) Es una sucesión de reacciones químicas donde un sustrato inicial se transforma y da lugar a productos finales.
  - c) La transformación de nutrientes orgánicos en productos finales simples, con el fin de extraer energía química útil para las células.
  - d) Conjunto de reacciones químicas en los cuales se produce la síntesis de moléculas a partir de otras más simples.
6. Una vía metabólica es
- a) La transformación de nutrientes orgánicos en productos finales simples, con el fin de extraer energía química útil para las células.
  - b) Total de reacciones químicas que ocurren en las células de los seres vivos.
  - c) Conjunto de reacciones químicas en los cuales se produce la síntesis de moléculas a partir de otras más simples.
  - d) Es una sucesión de reacciones químicas que ocurren en un organismo.
7. La respiración celular aeróbica
- a) Necesita oxígeno
  - b) No necesita oxígeno
  - c) Es indistinto, ocurre con o sin oxígeno
  - d) Necesita cualquier agente oxidante
8. La respiración celular aeróbica ocurre
- a) En los pulmones
  - b) Dentro de las células
  - c) En la parte conductora de gases del sistema respiratorio
  - d) En la parte del intercambio de gases del sistema respiratorio
9. Significado de ATP
- a) Adenina tipo Proteína
  - b) Adenosin Trifosfato
  - c) Aldehido Trifosforilaza
  - d) Adenina Tripotasio

10. Organelo celular donde ocurre la respiración celular aeróbica
- Núcleo
  - Ribosomas
  - Mitocondria
  - Cloroplasto
11. La finalidad de la respiración celular aeróbica es:
- Liberar y degradar los nutrientes
  - Sintetizar moléculas con enlaces de alta energía
  - Consumir el nitrógeno atmosférico
  - Liberar oxígeno atmosférico
- 12.Cuál es la secuencia correcta en la respiración celular aeróbica
- Glucólisis – Fermentación alcohólica – Ciclo de Krebs – Transporte de electrones
  - Glucólisis – Ciclo de Krebs – Transporte de electrones – Formación de acetil CoA
  - Formación de acetil CoA – Glucólisis – Ciclo de Krebs – Transporte de electrones
  - Glucólisis - Formación de acetil CoA – Ciclo de Krebs – Transporte de electrones
13. Es la molécula energética más abundante e importante de los seres vivos:
- Ácido ribonucleico
  - Ácido desoxirribonucleico
  - Trifosfato de adenosina
  - Nicotinamida adenina dinucleótido
14. La palabra glucólisis significa:
- Formación de glucosa a partir de carbono, oxígeno e hidrogeno
  - Rompimiento de la molécula de glucógeno
  - Rompimiento de la molécula glucosa
  - Exceso de glucosa en la sangre
15. La formación de piruvato es producto de
- Ciclo de Krebs
  - Glucólisis
  - Transporte de electrones
  - Fermentación

16. Si no hay oxígeno la segunda etapa de la degradación de la glucosa es:

- a) Formación de acetil CoA
- b) Ciclo de Krebs
- c) Fermentación láctica o alcohólica
- d) Transporte de electrones

17. Productos que se generan durante la fermentación láctica y alcohólica

- a) Ácido láctico; CO<sub>2</sub> y alcohol etílico, respectivamente
- b) Ácido láctico y alcohol metílico, respectivamente
- c) CO<sub>2</sub> y alcohol etílico, respectivamente
- d) Ácido láctico; alcohol etílico y O<sub>2</sub>, respectivamente

18.Cuál de los siguientes enunciados es incorrecto:

- a) La fermentación láctica y alcohólica se realizan en el citoplasma
- b) La Glucólisis ocurre en la mitocondria
- c) El ciclo de Krebs se realiza en la matriz mitocondrial
- d) El transporte de electrones se realiza en la membrana interna de las mitocondrias

19. El ciclo de Krebs comienza al momento en que

- a) El citrato se transforma en isocitrato
- b) El acetil CoA dona su grupo acetilo al oxalacetato para formar citrato
- c) El succinato se transforma en fumarato
- d) El acetil CoA dona su grupo acetilo al malato para formar oxalacetato

20. La mayor ganancia de ATP durante la respiración aeróbica sucede en:

- a) Espacio intermembranal
- b) Citosol
- c) Matriz mitocondrial
- d) Cloroplastos

21. La respiración celular aeróbica produce por cada molécula de glucosa aproximadamente

- a) 63 moléculas de ATP
- b) 36 moléculas de ATP
- c) 23 moléculas de ATP
- d) 12 moléculas de ATP

22. Son portadores de energía que aporta electrones a la cadena transportadora
- a) NADH y FADH<sub>2</sub>
  - b) ATP y ADP
  - c) NADH y ATP
  - d) ADP y FADH<sub>2</sub>
- 23.Cuál de los siguientes procesos del transporte de electrones es incorrecto
- a) Hay un concentración alta de iones H<sup>+</sup> en el espacio intermembranal de la mitocondria.
  - b) El ATP se genera a partir de ADP en la matriz de la mitocondria.
  - c) Se produce H<sub>2</sub>O como subproducto de estas reacciones utilizando para ello O<sub>2</sub> e iones hidrogeno.
  - d) Se producen 4 moléculas de ATP y CO<sub>2</sub> por NADH consumido
24. La mayor cantidad de ATP producto de la respiración celular ocurre en
- a) Glucólisis
  - b) Ciclo de Krebs
  - c) Transporte de electrones
  - d) Formación de acetil CoA
25. Son subproductos que se genera en durante la respiración celular aeróbica
- a) H<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub>
  - b) CO<sub>2</sub> y glucosa
  - c) ADP y ATP
  - d) O<sub>2</sub> y piruvato

## 2. Lista de cotejo para evaluar simulación

Escuela:				
Materia:		Grupo:		Fecha:
Profesor:				
Nombre del equipo:				
Nombre de los integrantes		1.		
		2.		
		3.		
		4.		
Instrucciones				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Coloque el número "1", cuando el producto "Siempre" se cumpla, "0.5" cuando sólo se haya apreciado "Algunas veces" y "0" cuando "Nunca" haya cumplido con dicho criterio, de acuerdo con las especificaciones establecidas para el diseño de la tabla.</li> <li>Sume la columna correspondiente a Siempre y Algunas veces, para obtener como máximo 7 puntos.</li> <li>Realiza una regla de tres para obtener una calificación base 10</li> </ul>				
<b>Criterios</b>	<b>Cumple</b>		<b>Comentarios</b>	
	<b>Siempre o Algunas Veces</b>	<b>Nunca</b>		
<b>Inicio</b> Cumplen con la vestimenta adecuada a la simulación				
Se presentan como bioquímico o médicos investigadores expertos.				
<b>Desarrollo</b> Usan un organizador gráfico para explicar cada etapa de la respiración celular.				
Al momento de la simulación se empoderan del papel de bioquímico o medico				
Los integrantes del equipo participan de forma equitativa				
Se observa un manejo adecuado de los conceptos				
<b>Cierre</b> Responde a preguntas o dudas planteadas por el auditorio				
<b>Suma</b>			<b>Calif. Base 10:</b> _____	

### 3. Lista de cotejo para organizador gráfico

Escuela:					
Materia:		Grupo:		Fecha:	
Profesor:					
Nombre del equipo:					
Nombre de los integrantes		1.			
		2.			
		3.			
		4.			
Instrucciones					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Coloque el número "1", cuando el producto "Siempre" se cumpla, "0.5" cuando sólo se haya apreciado "Algunas veces" y "0" cuando "Nunca" haya cumplido con dicho criterio, de acuerdo con las especificaciones establecidas para el diseño de la tabla.</li> <li>Sume la columna correspondiente a Siempre y Algunas veces, para obtener como máximo 8 puntos.</li> <li>Realiza una regla de tres para obtener una calificación base 10</li> </ul>					
<b>Criterios</b>		<b>Cumple</b>		<b>Comentarios</b>	
		<b>Siempre o Algunas Veces</b>	<b>Nunca</b>		
<b>Formato</b>					
Es presentable					
La letra es legible					
Tiene buena ortografía					
Utiliza colores diversos					
<b>Contenido y estructura</b>					
Muestra conceptos básicos					
Muestra una secuencia lógica y adecuada de ideas					
Incluye ideas principales					
El contenido es claro					
<b>Suma</b>				<b>Calif. base 10:</b>	

#### 4. Material didáctico visual e impreso utilizado para el inicio del tema glucólisis y fermentación



**¿QUE TIENEN EN COMUN EL YOGURT, LOS QUESOS Y UN CALAMBRE?**

Recordaras haber sentido un calambre o intenso dolor o adormecimiento de los músculos de tu cuerpo (izquierda) después de que un día antes hiciste mucho ejercicio o corriste en demasía porque ibas tarde a clases y la puerta casi la cerraban o porque jugaste basquetbol por mucho tiempo ¿Sabes que sustancia genera este dolor muscular y por qué se genera?

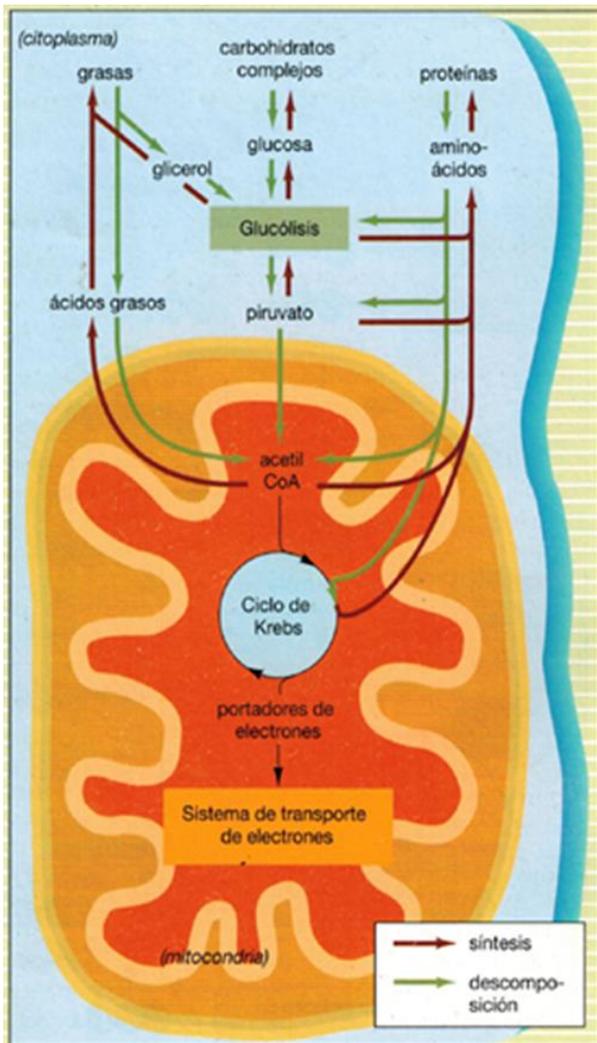
La misma sustancia que se produce cuando se fermentan productos lácteos como el yogurt o el queso, es la sustancia que hace que estos alimentos tengan un sabor amargo y es la causante de ese dolor o adormecimiento muscular. Quién lo diría nuestros músculos producen la misma sustancia que está contenida en estos productos lácteos.

Y es que cuando nuestros músculos se mueven por mucho tiempo el oxígeno que llega a ellos es insuficiente y en lugar de que se produzca ATP en grandes cantidades, solo se produce ácido láctico y solo dos moléculas de ATP, que son lo que hace que se sigan contrayendo.

Bueno ¿Pero qué es exactamente la fermentación? o ¿Por qué tipo de fermentación se produce la cerveza, el pulque y demás bebidas embriagantes? Averígualo realizando las siguientes actividades.



5. Material didáctico visual e impreso utilizado para inicio de la sesión de formación de Acetil CoA y Ciclo de Krebs.



¡ESTOY A DIETA Y PERDÍ HASTA MASA MUSCULAR!

La molécula de piruvato, producto de la glucólisis, es la molécula que precede al Acetil CoA y esta última sustancia es la encargada de detonar el inicio del ciclo de Krebs.

Normalmente los carbohidratos que ingerimos en la comidas realizan el proceso anterior, pero para ello deben primero transformarse en una molécula más simple, glucosa.

Cuando las personas se ponen a dieta las células de su organismo no dejan de funcionar, ¿y si no adquieren la energía de los carbohidratos de las comidas, de dónde extraen energía las células para sobrevivir?

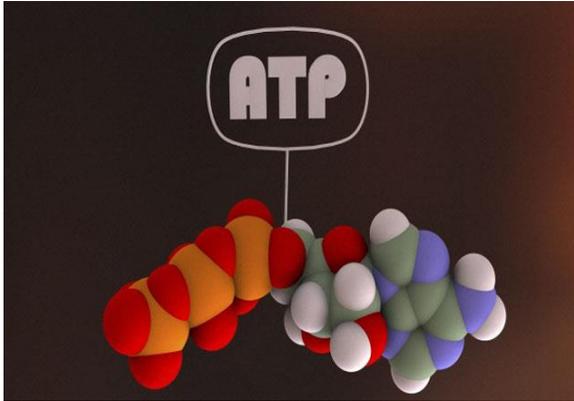
La respuesta está en la figura de la izquierda y es sencillo de visualizar. Tanto las grasas (famosas llantitas), como las proteínas (masa muscular) se pueden degradar para entrar en alguna de las etapas de la respiración celular, y con ello transformarse en grandes cantidades de ATP.

Las grasas se pueden degradar en glicerol y ácidos grasos y las proteínas en aminoácidos. Cuando las personas hacen dieta por periodos largos de tiempo para perder peso ocurre lo que se señaló al inicio de este párrafo, la grasa acumulada en las famosas llantitas y su masa muscular es utilizada por las

células de su cuerpo como fuente de energía, por tal razón las personas sometidas a una dieta adelgazan.

Pero ¿Qué es exactamente el ciclo de Krebs?, ¿Por qué se le llama de esa forma? ¿Dónde ocurre este proceso y cuál es su importancia? Averígualo haciendo lo siguiente

6. Material didáctico visual e impreso utilizado para inicio de la sesión de Transporte de electrones.



**¡MEJOR QUE LA GASOLINA!**

Las células necesitan un suministro de energía constante para mantenerse con vida y para realizar todas sus funciones (como producir una hormona, contracción muscular, transportar oxígeno, etc.). Para que las células realicen todas sus funciones necesitan de una molécula energética y se trata, como ya lo hemos visto, del ATP.



El proceso por el que se generan grandes cantidades de ATP es tan eficiente que el 40% de la energía almacenada en la molécula de glucosa es convertida en energía utilizable para las células en forma de ATP.

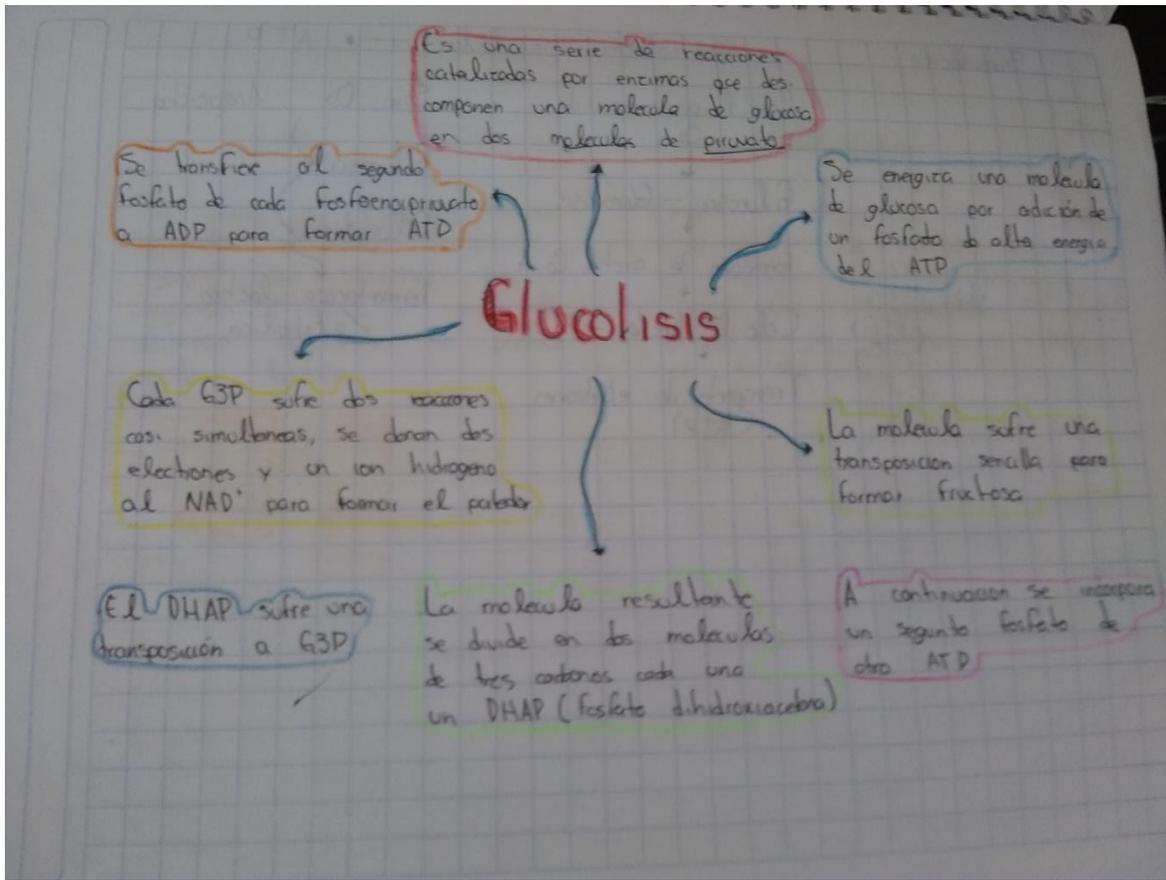
Haciendo una comparación entre el ATP y la energía producida al momento de que el motor de un carro quema la gasolina, la eficiencia de la molécula de ATP es mayor, ya que solo el 30% de la energía que se quema dentro del motor de un automóvil es energía utilizable para mover el vehículo, el resto escapa en forma de calor.



Los corredores que están en el maratón están quemando grandes cantidades de ATP y al igual que el motor de un carro están liberando calor, pero la eficiencia energética del ATP es mucho mejor que la del combustible fósil que hace funcionar el motor de un carro. Esta y otras maravillas de la biología están en espera de que las descubras a través de este curso.

**Pero ¿Cómo ocurre esta etapa final de la respiración celular? O ¿Qué dejaron a su paso el resto de los procesos involucrados en la respiración celular que hacen que produzcan grandes cantidades de ATP en el transporte de electrones?, averígualo realizando lo siguiente.**

## 7. Organizador gráficos sobre respiración celular (Glucólisis)



## 8. Organizador gráfico sobre respiración celular (Fermentación).

25/11/19

### Fermentación

#### Láctea

Se lleva a cabo en nuestros músculos al hacer ejercicio vigoroso, que consumen todo el oxígeno que tienen, y como sustancia resultante se produce ácido láctico.

Cuando les falta oxígeno, los músculos no dejan de inmediato. En última instancia los animales se mueven vigorosamente cuando luchan, huyen o persiguen a su presa.

#### Alcohólica

Muchos microorganismos, como la levadura, realizan la fermentación alcohólica en condiciones anaerobias. El piruvato es convertido en etanol y dioxido de carbono y no en lactato.

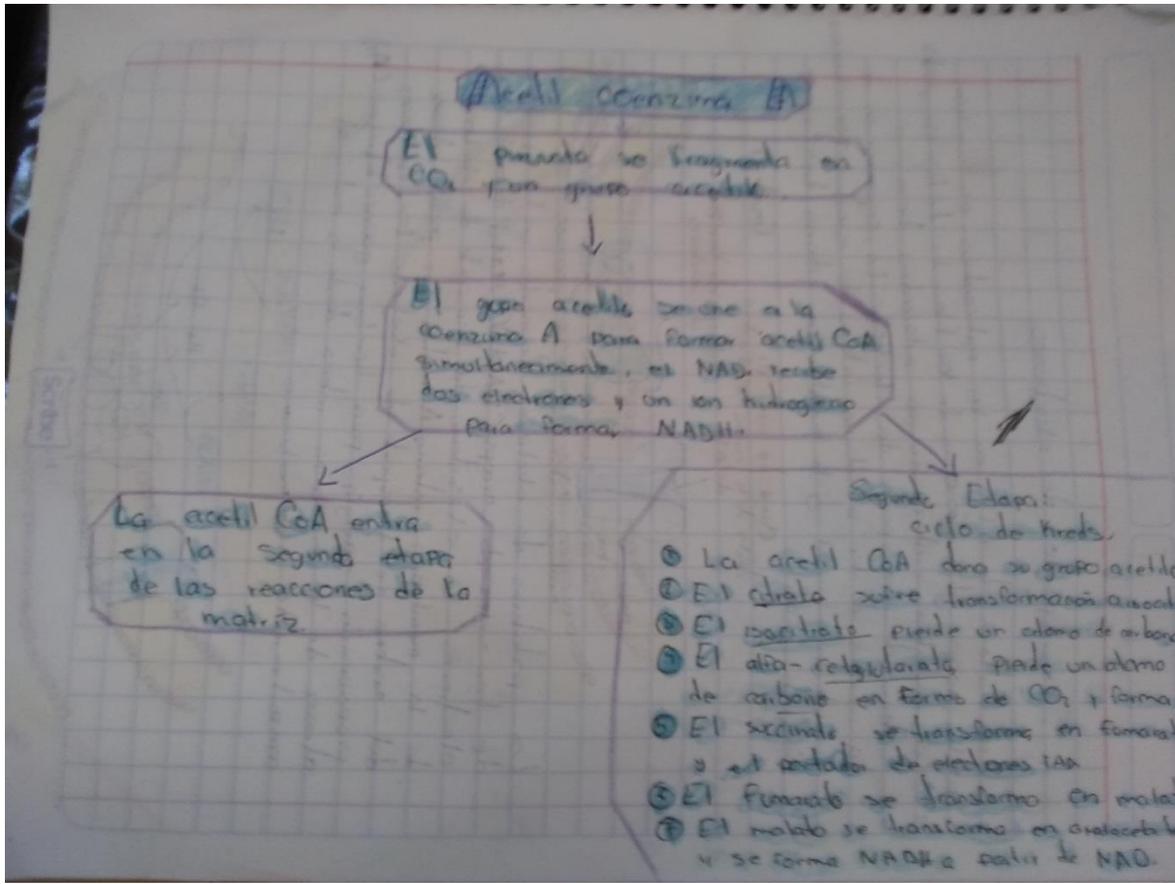
La fermentación alcohólica también le da al pan su textura esponjosa.

El pan contiene levadura, harina y agua.

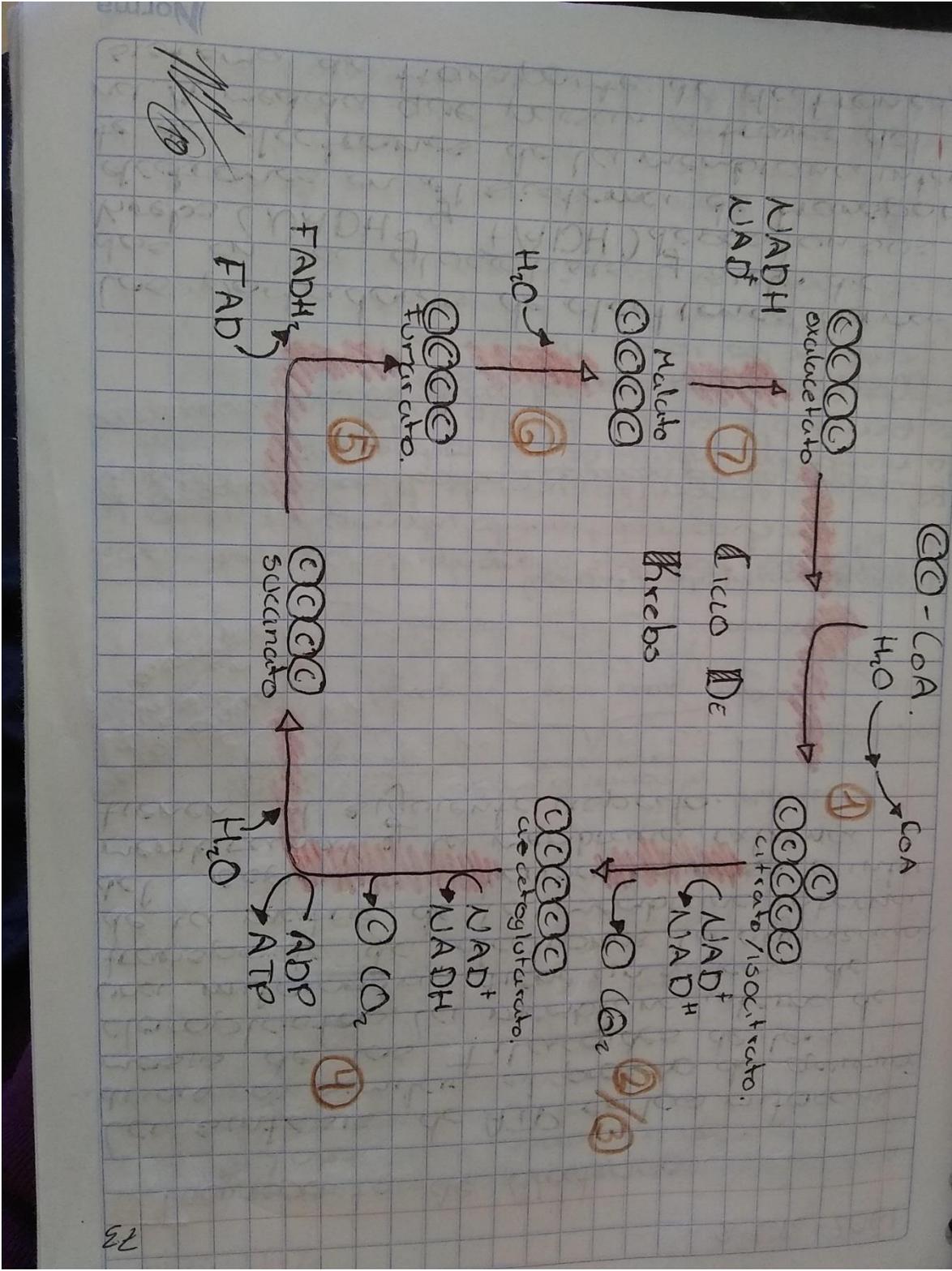
## 9. Organizador gráfico sobre respiración celular (Fermentación).

	Fermentación Láctica	Fermentación Alcohólica
Dónde -	Se lleva a cabo en nuestros músculos.	- Los microorganismos
Cuando -	Al hacer ejercicio	- Al tener condiciones anaeróbicas.
	- Cuando los músculos tienen muy poco oxígeno, la glucólisis suministra sus escasas dos moléculas de ATP.	- Ocurre cuando se producen sustancias embriagantes como la cerveza, el tequila, la sidra, la champán.
	- Los músculos dependen de la glucólisis para obtener parte de energía.	- Al exponerse libera burbujas como la presencia de dióxido de carbono.
	- Cuando el oxígeno queda reabastecido el lactato se convierte de nuevo en piruvato.	- También puede dar una textura esponjosa.
	- Durante la degradación de glucosa, se acumulan acerca de 40% de energía liberada por esta glucosa en moléculas de ATP.	- Es la liberación de $\text{CO}_2$ dióxido de carbono en la respiración celular si hay oxígeno.

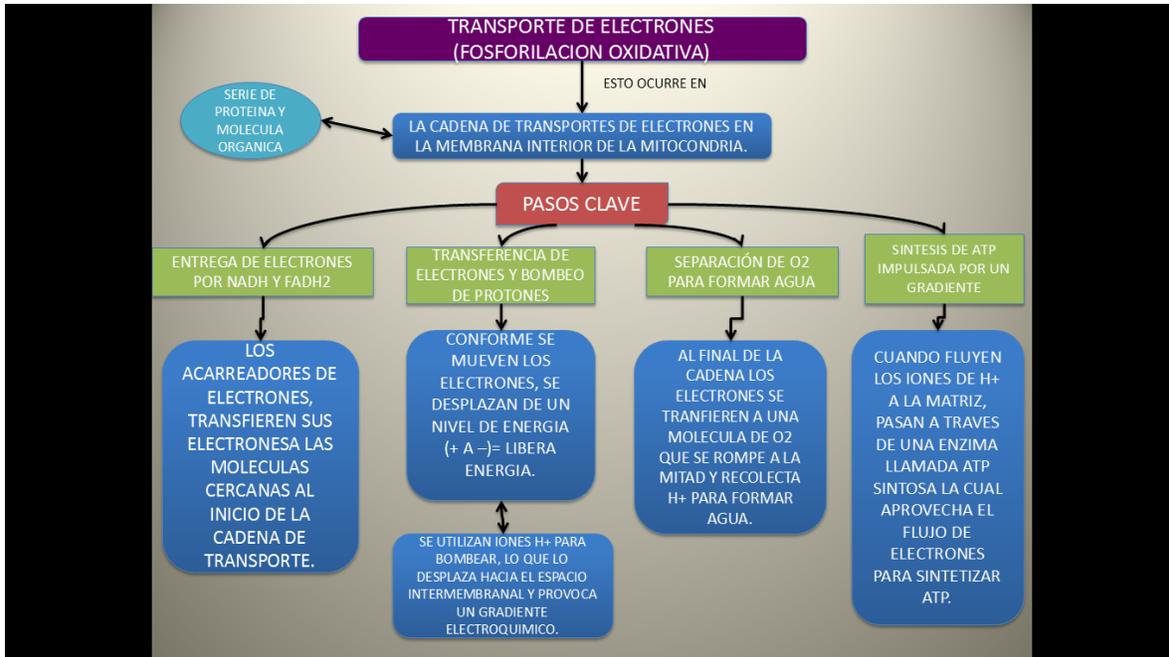
## 10. Organizador gráfico sobre respiración celular (Formación de Acetil CoA).



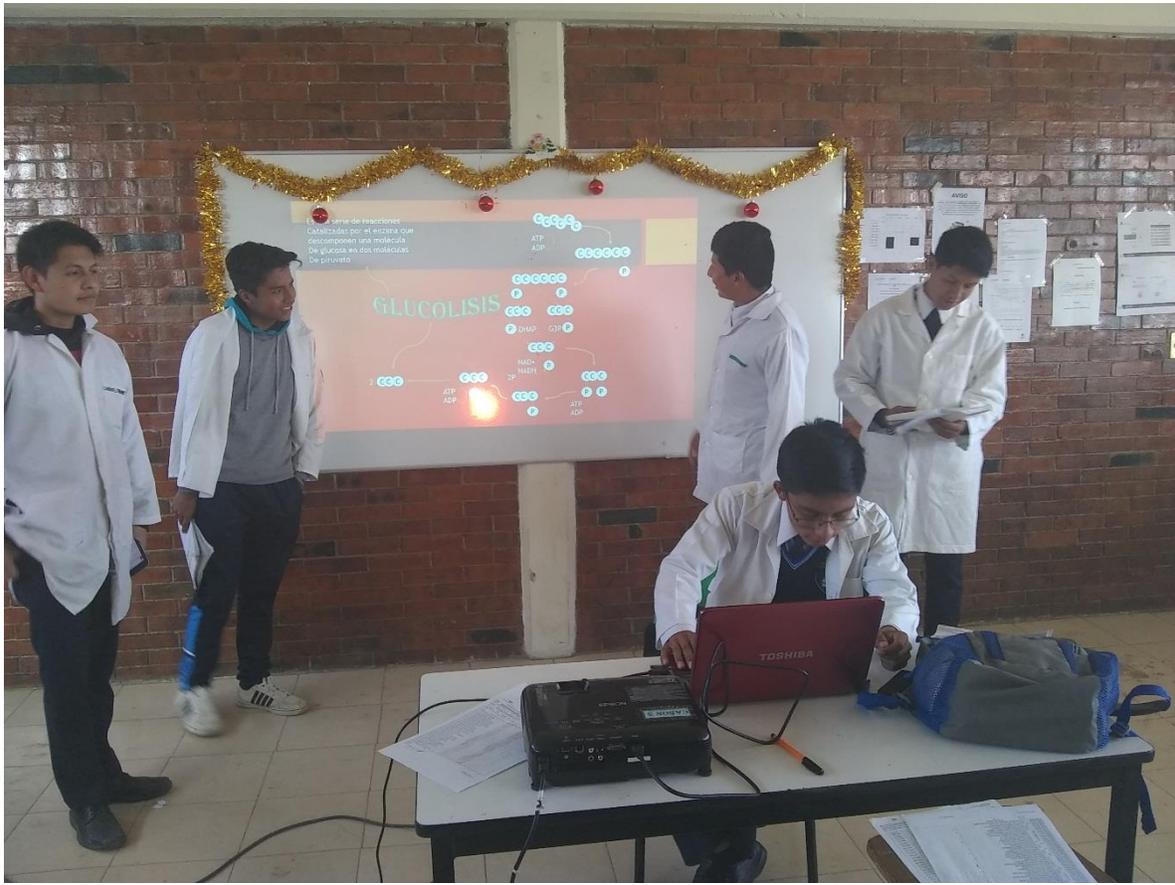
# 11. Organizador gráfico sobre respiración celular (Ciclo de Krebs).



## 12. Organizador gráfico, presentación de power point, sobre respiración celular (Transporte de electrones).



### 13. Estudiantes simulando ser expertos conocedores del tema respiración celular.



14. Portada de presentación de power point de equipo que participó en la simulación de respiración celular.



15. Direcciones de internet consultadas por algunos estudiantes

<https://blogs.elpais.com/los-pies-de-bikila/2014/02/aerobico-anaerobico-cuestion-de-combustibles.html>

<https://es.khanacademy.org/science/biology/cellular-respiration-and-fermentation>

<https://es.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-energy-and-transport/hs-cellular-respiration/v/introduction-to-cellular-respiration>