



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MAESTRÍA EN DOCENCIA

PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

FACULTAD DE CIENCIAS

BIOLOGÍA

**UNA SECUENCIA DIDÁCTICA BASADA EN EL AULA INVERTIDA PARA LA ENSEÑANZA Y EL  
APRENDIZAJE DE ENZIMAS EN EL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

PRESENTA:

**CRUZ HIGAREDA JESUS BERNARDO**

TUTOR:

MTRA. MARÍA DEL ROSARIO LÓPEZ MENDOZA

ESCUELA NACIONAL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR:

DRA. MARÍA GUADALUPE GARCÍA CASANOVA

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

MTRA. MARÍA SUSANA EGUÍA MALO

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., 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.

## *Dedicatoria*

A mi madre por todo su amor, trabajo y sacrificio, por haberme acompañado a lo largo de mi vida, por ser mi fortaleza en los momentos difíciles, y por ser un ejemplo de vida a seguir.

A mi hermano por todos los momentos de aprendizaje compartidos y por la unidad familiar.

## *Agradecimientos*

A la Mtra. en D. María del Rosario López Mendoza, por sus observaciones, guía y conocimientos compartidos que ayudaron en la elaboración del presente trabajo.

A la Dra. María Guadalupe García Casanova, por los materiales compartidos, y las observaciones puntuales que hicieron muy ameno el proceso de elaboración de rúbricas.

A la Mtra. María Susana Eguía Malo, por sus observaciones y pertinencia en cuanto a la estructuración del trabajo.

A las Maestras Leticia Martínez Aguilar, Etzalli Esquivel y Diana Margarita Reyes Armella quienes me apoyaron otorgándome algunas sesiones de su curso para la implementación de la secuencia didáctica. Sin ellas no hubiera sido posible concretar en tiempo y forma establecidos.

A mis amigas y compañeras de Generación, Angelica, Aketzali, Alejandra y Verito, con quienes compartí momentos muy agradables tanto en el aula como los viernes de Té.

A los amigos Antonio Chávez Montero, Daniel Vélez, Eliza Mendieta, y Fercho que han estado presentes a lo largo del tiempo y que a pesar de la pandemia seguíamos conectados.

## Resumen

La presente tesis propone una secuencia didáctica; para la enseñanza y el aprendizaje de la temática de enzimas en el Colegio de Ciencias y Humanidades. La cual cumple con los aprendizajes esperados acordes al programa de estudios de la asignatura de Biología III, para ello se diseñaron e implementaron materiales escritos, audiovisuales y de evaluación; (de acuerdo a los requerimientos extraordinarios ocasionados por la pandemia COVID-19) a través de un modelo de aula invertida mediante las plataformas de Google Classroom y Zoom.

La secuencia consta de una duración de cuatro sesiones de dos horas (8 horas totales) de manera sincrónica, para ello, al comenzar cada una de las sesiones, se proyectaba a los alumnos una serie de videos demostrativos relacionados a los contenidos temáticos, así como, el desarrollo del diseño de un experimento casero acerca de la temática de enzimas. Éste consistía en probar las enzimas presentes en detergentes biodegradables sobre trozos de queso. La prueba piloto de la secuencia se aplicó en un grupo de 33 alumnos del plantel Oriente y posteriormente tuvo su aplicación definitiva en dos grupos del plantel sur con 44 alumnos.

Esta propuesta incluyó un estudio transversal mixto en el que de manera cualitativa se describen las ideas y concepciones previas, así como aciertos desarrollados por los alumnos a lo largo de las distintas actividades implementadas, para evaluar la eficacia de la secuencia de manera cuantitativa se realizó la aplicación de un *pretest* y *postest*; en donde los reactivos de opción múltiple fueron evaluados con la prueba de McNemar, mientras que los reactivos en formato de casillero mediante la prueba de rangos de Wilcoxon.

De manera cuantitativa las puntuaciones obtenidas entre *pretest* y *postest*, no muestran una distribución próxima a la normal ( $p$  de 0.049 y 0.011), sin embargo, las frecuencias absolutas y relativas entre respuestas correctas e incorrectas muestran que una parte de los alumnos aumentan su puntaje, lo que significa que hubo cambios significativos y aprendizajes generados a lo largo de la aplicación de la secuencia didáctica.

Cualitativamente la secuencia mostró que los alumnos, tienden a confundir una mezcla con una reacción química, además presentan dificultades para hacer la relación entre reacciones endergónicas y exergónicas con anabolismo y catabolismo, dificultades para comprender la diferencia entre coenzima, cofactor, así como un desconocimiento que las enzimas están presentes en todos los seres vivos y reacciones metabólicas de la célula. Sin embargo, la secuencia favoreció que los alumnos analizaran la importancia del metabolismo, su relación con las biomoléculas; así como las principales características bioquímicas de las enzimas y sus aplicaciones tecnológicas.

Por otra parte, los experimentos caseros, ayudaron a los alumnos a relacionar el contenido temático con fenómenos que ocurren en su vida cotidiana, se fomentando la curiosidad, el interés, capacidad de investigación, el trabajo colaborativo, así como los pensamientos críticos y reflexivos del alumno, así mismo realizar una actividad experimental dentro de una secuencia hace que el alumno la perciba como una manera dinámica de aprender.

Por último, las secuencias didácticas favorecen la práctica docente, al diseñar, implementar y rediseñar una serie de actividades, estrategias y recursos diversos, el docente puede fácilmente adaptarlos a un entorno virtual, favoreciendo tanto el proceso de enseñanza como los aprendizajes significativos, por si fuera poco, el modelo de aula invertida permite al docente mejorar el acompañamiento y retroalimentación durante el proceso.

### **Palabras clave**

Secuencia Didáctica, Aula Invertida, Experimentos Caseros, Enzimas, Enseñanza, Aprendizaje.

### **Abstract**

This thesis proposes a didactic sequence; for the teaching and learning of enzymes in the College of Sciences and Humanities. Which complies with the expected learning according to the study program of the Biology III subject, for which written, audiovisual and evaluation materials are designed and implemented; (according to the extraordinary requirements

caused by the COVID-19 pandemic) through a flipped classroom model using the Google Classroom and Zoom platforms.

The sequence consists of a duration of four sessions of two hours (8 total hours) in a synchronous manner, for this, at the beginning of each of the sessions, a series of demonstrative videos related to the thematic contents were projected to the students, as well as, the development of the design of a homemade experiment on the theme of enzymes. This consisted of testing the enzymes present in biodegradable detergents on pieces of cheese. The pilot test of the sequence was applied in a group of 33 students from the East campus and later had its definitive application in two groups from the South campus with 44 students.

This proposal included a mixed cross-sectional study in which the ideas and previous conceptions are qualitatively described, as well as successes developed by the students throughout the different activities implemented, to evaluate the effectiveness of the sequence in a quantitative way, the application of a pretest and posttest; where the multiple choice items were evaluated with the McNemar test, while the items in the box format using the Wilcoxon range test.

Quantitatively, the scores obtained between pretest and posttest do not show a distribution close to normal ( $p$  of 0.049 and 0.011), however, the absolute and relative frequencies between correct and incorrect answers show that a part of the students increase their score, which means that there were significant changes and learning generated throughout the application of the didactic sequence.

On the other hand, the home experiments helped the students to relate the thematic content with phenomena that occur in their daily lives, fostering curiosity, interest, research capacity, collaborative work, as well as critical and reflective thinking. student, likewise performing an experimental activity within a sequence makes the student perceive it as a dynamic way of learning.

Finally, the didactic sequences favor the teaching practice, by designing, implementing and redesigning a series of activities, strategies and diverse resources, the teacher can easily adapt them to a virtual environment, favoring both the teaching process and significant learning, in

case That was not enough, the inverted classroom model allows the teacher to improve the accompaniment and feedback during the process.

## Índice

Resumen.....	3
1.0 Introducción.....	7
Caracterización del problema .....	8
Justificación .....	8
Objetivos .....	9
2.0 Marco teórico.....	9
2.1 Marco teórico disciplinario .....	9
2.2 Marco teórico Didáctico.....	12
2.3 La enseñanza en el constructivismo.....	13
2.3.1 Las actividades del laboratorio en el aula para la enseñanza-aprendizaje.....	18
2.3.2 El laboratorio como una actividad didáctica en el constructivismo .....	20
2.3.3 Las actividades del laboratorio como una estrategia integradora .....	24
2.3.4 Las actividades experimentales a distancia, simulaciones y experimentos caseros.....	25
3.0 Sujetos de Aprendizaje y contexto escolar .....	29
4.0 La educación a distancia.....	31
4.1 El aula invertida .....	34
4.2 Los entornos virtuales de aprendizaje.....	36
5.0 Las secuencias didácticas.....	45
6.0 Metodología .....	47
7.0 Resultados .....	63
7.1 Análisis integral de la secuencia didáctica .....	136
8.0 Conclusiones. ....	155
9.0 Bibliografía. ....	158
10.0 Anexo Materiales.....	168
11.0 Anexo Instrumentos de evaluación. ....	189

## 1.0 Introducción

Las enzimas son proteínas que funcionan como catalizadores, permiten degradar o sintetizar las principales biomoléculas dentro de la célula, sin su comprensión sería difícil analizar el funcionamiento y conservación de los sistemas biológicos (metabolismo).

Para la enseñanza de estos temas complejos en cualquier asignatura de ciencias, bajo un enfoque constructivista, es necesario recurrir a la participación activa del estudiante mediante la experimentación, ya sea en el laboratorio o desde la comodidad del hogar de manera “casera”, así el alumno puede observar, investigar analizar, y reflexionar el efecto de una determinada enzima sobre una sustancia. Así pues, la experimentación abre la pauta para el trabajo colaborativo, que permite la construcción y socialización del conocimiento, además de que favorece la relación entre el proceso de aprendizaje con la vida cotidiana.

Por ello los experimentos desarrollados a distancia por los alumnos pueden cumplir las mismas metas y objetivos que los desarrollados en el aula o laboratorio.

En el presente trabajo se propuso diseñar aplicar y evaluar una secuencia didáctica a manera de aula invertida donde primero se presentaron videos y luego el contenido temático, con la finalidad de generar en el alumno un conflicto cognitivo, para posteriormente favorecer un cambio conceptual que concluyera en aprendizajes significativos.

Los aprendizajes se evaluaron, con un *pre* y *post test* en alumnos que cursaron la asignatura de Biología III del quinto semestre, en el Colegio de Ciencias y Humanidades. Dentro de la secuencia se cumplieron los aprendizajes de acuerdo al programa de estudios bajo la adaptación a un entorno virtual, con el objetivo de que el alumno sea capaz de integrar contenidos procedimentales con fenómenos cotidianos en un proceso de educación a distancia.



## Caracterización del problema

Uno de los grandes problemas a la hora de abordar el tema de las enzimas, es que los alumnos únicamente las asocian con el proceso de digestión, suelen desconocer que las enzimas están involucradas en múltiples procesos celulares, rutas metabólicas y que se encuentran presentes en todos los organismos.

Dentro de la docencia en ciencias, correspondiente a la asignatura de Biología, se suele emplear la enseñanza directa<sup>1</sup> y se recurre a las enzimas para explicar el funcionamiento o los pasos de alguna ruta metabólica; se presenta su función de una manera monótona, memorística, fragmentada, haciendo del proceso de aprendizaje tedioso, aburrido y poco significativo, de tal manera que el alumno no le encuentra aplicación o relevancia para su vida cotidiana, perdiendo rápidamente el interés<sup>2</sup>; aun cuando las enzimas tienen múltiples aplicaciones en distintos ámbitos del hogar, clínicos y la industria, por ejemplo: en productos de limpieza como los detergentes, alimentos como la leche deslactosada e incluso en cosméticos como cremas corporales.

## Justificación

Una alternativa para promover aprendizajes en nuestros alumnos dentro de la temática de enzimas (y en general para cualquier temática de ciencias) es mediante la secuenciación de actividades experimentales, estas pueden ser simuladas de manera virtual mediante videos, o bien puede ser vivencial como la que se desarrolla en el laboratorio desde la comodidad del hogar, de esta manera el alumno puede observar, investigar, analizar y reflexionar desde el

---

<sup>1</sup> El modelo de enseñanza tradicional en ciencias genera una fuerte separación entre la teoría y la práctica, esto ocasiona en los alumnos: trabajo individual, desinterés y rezago educativo (Tacca-Huaman, 2011).

<sup>2</sup> La mayoría de los docentes da más peso a los conceptual haciendo que el alumno perciba el aprendizaje de manera memorística, mecánica, acrítica y distanciado de problemas reales, limitando su utilidad y aplicabilidad, provocando en los alumnos aburrimiento, desidia y fobia al aprendizaje" (Pozo y Gómez-Crespo, 2004).

proceso que ocurre en una reacción química, hasta la especificidad y ahorro energético cuando interviene una enzima; así el aprendizaje se vuelve integral y permite establecer una relación entre contenidos temáticos, conceptos científicos y “saberes” cotidianos.

Del mismo modo, la experimentación abre la pauta para la construcción y socialización del conocimiento haciendo del aprendizaje una experiencia significativa, asociada a valores y actitudes deseadas.

## **Objetivos**

### **General**

- ❖ Proponer una secuencia didáctica basada en el aula invertida, que permita la enseñanza-aprendizaje de la temática de las enzimas para la asignatura de Biología III, en el Colegio de Ciencias y Humanidades.

### **Particulares**

- ❖ Diseñar materiales escritos, audiovisuales e instrumentos de evaluación para los temas de metabolismo y biomoléculas, que de manera secuencial permitan abordar la temática de enzimas.
- ❖ Implementar mediante el modelo de aula invertida actividades de simulación virtual y experimentales con la finalidad de que los alumnos analicen el efecto de una enzima presente en los detergentes sobre un sustrato.
- ❖ Evaluar de manera cuantitativa y cualitativa la eficacia de la secuencia didáctica.

## **2.0 Marco teórico**

### **2.1 Marco teórico disciplinario**

La presente secuencia didáctica está diseñada para que los docentes del Colegio de Ciencias y Humanidades, la puedan implementar a distancia en alumnos de quinto semestre que cursen la asignatura optativa de Biología III, atendiendo al programa de estudios, donde se especifica que se debe brindar un estudio integral de la asignatura, así mismo para que los contenidos

se analicen y ubiquen dentro de los diferentes niveles de organización de los sistemas biológicos (molecular, celular, tisular, individual, poblacional, ecosistémico y global), tomando en cuenta cuatro ejes complementarios útiles para la construcción del conocimiento: el pensamiento evolutivo, contexto histórico, las relaciones entre ciencia tecnología y sociedad, y las propiedades de los sistemas biológicos<sup>3</sup>.

El aprendizaje asociado a la temática de enzimas se encuentra en la primera unidad de la asignatura de Biología III, al finalizar la unidad el alumno debe describir el metabolismo y analizar los procesos energéticos que contribuyen a la conservación de los sistemas biológicos.

Las enzimas están íntimamente relacionadas con las propiedades de los sistemas biológicos y el pensamiento evolutivo, debido a que las células vivas contienen miles de enzimas, muchas de las cuales operan al mismo tiempo, generando una compleja red de vías metabólicas, que permiten la regulación metabólica de la materia y la energía en todos los niveles de organización biológico que abarca, desde la expresión de un gen regulado por una proteína, los procesos de degradación, síntesis y asimilación de biomoléculas, hasta la distribución de seres vivos y sus nichos ecológicos en diversos ecosistemas (Wayne *et al.*, 2007). Del mismo modo las enzimas juegan un papel relevante en un contexto histórico, guardando una estrecha relación con avances científicos y tecnológicos dentro de la sociedad.

Históricamente el estudio y aplicación de las enzimas se remonta a los egipcios quienes utilizaron extractos de vísceras de animales para formar el cuajo de la leche y posteriormente elaborar quesos. Más adelante se exploró el estudio de las enzimas a nivel molecular y se difundió a mediados del siglo XVIII y principios del XIX.

De alguna manera los científicos ya intuían que había sustancias dentro de la células que intervienen en las reacciones químicas, las cuales denominaron “*fermentos*”, en 1835 el químico sueco Berzelius propuso que estos tenían un poder catalítico, y que únicamente funcionaban debido a la presencia de células vivas, las cuales le conferían una “fuerza vital”

---

<sup>3</sup> El programa de estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades actual (2016) establece que tanto el estudio de los niveles de organización biológica, como los ejes complementarios deben resolver preguntas epistemológicas como: ¿qué?, ¿cómo? y ¿por qué?, de esta manera el alumno será capaz de profundizar la relación que existe entre conocimientos científicos y cultura básica para comprender el mundo actual.

que los hacía activos. Sin embargo, no fue hasta que Eduard Buchner (Premio Nobel de Química, 1907), demostró que los fermentos o extractos celulares, podían actuar en ausencia de células vivas, (experimento que realizó a partir de extractos de levadura es decir sin la presencia de células vivas) obteniendo los mismos productos derivados de la fermentación alcohólica, además señaló que los fermentos podían tener una naturaleza proteica.

Años más tarde, el químico Emil Fisher propuso un modelo para explicar la especificidad e interacción del sistema enzimas-sustrato, el cual denominó modelo de llave cerradura, éste explica que la estructura del sustrato es exclusiva y complementaria a la forma del sitio activo de la enzima; pues hace alusión a las muescas de una llave que corresponden con la cerradura de su propio candado.

En 1913 los científicos Leonor Michelis y Maud Menten sentaron las bases que permitieron calcular el comportamiento cinético de las enzimas y la velocidad óptima a la cual hacen reacción sobre un sustrato; sin embargo, hubo que esperar hasta 1926, para obtener la primera enzima purificada y cristalizada por James B. Summer, quien aisló la ureasa a partir de extractos de alubias; y demostró que efectivamente las enzimas eran de naturaleza proteica según la propuesta de Buchner.

Finalmente, en 1965 David Chilton Phillips determinó por primera vez mediante la difracción de rayos X la estructura tridimensional de una enzima (Ramírez- Ramírez y Ayala-Aceves, 2014).

Actualmente no es de sorprender que los científicos hayan sido capaces de identificar y aislar miles de enzimas, dada su especificidad y amplio número de reacciones que se efectúan dentro de una célula, ya que tienen múltiples aplicaciones en diversas industrias y procesos como: la alimenticia, farmacéutica, textil, tratamiento de aguas residuales, generación de biocombustibles, entre otros, de igual forma estas industrias y procesos, generan billones de dólares anuales, siendo China e India quienes lideran el mercado.

Muchas de las enzimas fueron nombradas a partir de la sustancia (sustrato) sobre la cual actuaban, otras se nombraron acorde a su función, de allí que incluso exista una comisión para clasificar y denominar enzimas propuesta por la Unión Internacional de Bioquímica (Illanes, 2008).

## 2.2 Marco teórico Didáctico

Las aportaciones desde la pedagogía, didáctica y psicología; ayudan al docente a comprender cómo el estudiante aprende y la manera correcta de poder encaminarlo hacia un aprendizaje específico. La didáctica es la disciplina del campo pedagógico que permite planear o intervenir en el proceso de enseñanza-aprendizaje con el fin de conseguir una formación intelectual en el educando, asimismo precisa estrategias que facilitarán tanto la enseñanza como el aprendizaje, (Navarra, 2001). Por otro lado, la psicología concibe al alumno como un ente que construye, modifica y diversifica sus esquemas mentales para enriquecer su información personal (Coll, 1990).

Dentro del constructivismo, el docente debe ser un ente sensible y creativo, que atienda las necesidades intereses y expectativas de los estudiantes en el quehacer cotidiano del aula<sup>4</sup> (Morán, 2010). Aunado a lo anterior, una importante cantidad de profesores no entiende que la ciencia en la escuela debe permitir al alumno comprender el mundo que los rodea y, por lo tanto, la planeación y diseño didáctico de los cursos, tienen que estar encaminados a perseguir este objetivo; la enseñanza de la Biología debe partir del contexto inmediato de los alumnos, con una perspectiva basada en las vivencias y experiencias de ellos mismos y con retroalimentación constante (Moreno y Quintanilla, 2012). Por ello, toda estrategia didáctica debe tomar en cuenta el entorno cotidiano, contexto, las ideas previas de los alumnos provistas de relevancia y significado para quien aprende y para quien enseña (Pozo y Gómez-Crespo, 2004).

Por otra parte, existen factores que propician que a los estudiantes no les gusten las asignaturas científicas entre los cuales destacan: docentes con falta de profesionalización, conocimientos científicos alejados de la vida cotidiana, alumnos inmersos en una sociedad que menosprecian el valor de la ciencia como resultado del consumo exagerado de los recursos naturales, extensos contenidos curriculares que difícilmente pueden abarcarse en su totalidad y que por normativa están obligados a abarcarse hasta el 80%, forzando a profesores

---

<sup>4</sup> A mediados de los noventa el CCH optó por un modelo constructivista (Aldama, 2006), en esta concepción se proporciona al alumno una serie de andamiajes para que el alumno de manera activa vaya construyendo gradualmente sus conocimientos, a partir de sus concepciones previas, mientras que el docente tiene la función de ser guía, tutor o facilitador de los conocimientos (Pessoa de Carvalho, 1997).

y alumnos a revisarlos con velocidad, importando poco el aprendizaje significativo y el sentido práctico (Pozo y Gómez-Crespo, 2004).

Con base en lo anterior se diseñó una secuencia didáctica, basada en actividades de laboratorio para el tema de enzimas. Dada la actual pandemia ocasionada por el Covid-19, la secuencia didáctica se tuvo que adaptar a un entorno virtual, donde las actividades de laboratorio fueron implementadas mediante el aula invertida, simulación virtual y un experimento casero. Ésta propuesta puede ayudar a mejorar la enseñanza del tema generando aprendizajes significativos vinculando a las enzimas mediante sus aplicaciones biológicas y tecnológicas con la vida cotidiana, reconociendo que las actividades del laboratorio son meramente constructivistas.

## **2.3 La enseñanza en el constructivismo**

Hemos descrito algunas de las características del docente en el constructivismo, pero antes, exploraremos en que consiste el proceso de enseñanza bajo el enfoque constructivista, y en capítulos posteriores detallaremos lo que es el aprendizaje.

La enseñanza es una práctica social e interpersonal, que incluso antecede a la existencia misma de las escuelas; ocurre cuando una persona experimentada o grupo de expertos ayuda a otros con menor experiencia a aprender, es una acción voluntaria y conscientemente dirigida que implica:

1. Transmitir un conocimiento o un saber
2. Favorecer el desarrollo de una capacidad
3. Corregir y apuntalar una habilidad
4. Transmitir valores sociales y culturales

Quien enseña aparte de ser un promotor o transmisor, es un mediador, es decir adecua sus propuestas a las capacidades, los intereses y las necesidades de un grupo en particular y a las características de un contexto socio-cultural específico, es decir que parte del conjunto de características, físicas, sociales, culturales, políticas y económicas. (Davini, 2008; Granja, 2015; Luján-Henríquez, 2018).

La transmisión cultural comprende desde la educación, impartida en la familia como en la escuela, pero también todos los usos y costumbres. Para el construccionismo de Vygotsky la cultura desempeña la base fundamental del desarrollo intelectual y cognitivo, el cual se despliega a través de la capacidad de simbolizar de los seres humanos, siendo el lenguaje y los esquemas conceptuales el medio por el cual se transmite y aprenden las estructuras cognitivas de las sociedades (Cavalli-Sforza, 2000).

La enseñanza no es un proceso espontáneo o azaroso, es un proceso sistemático y metódico, con fases a lo largo del tiempo, en el cual mediante la secuenciación de actividades se logran aprendizajes esperados y mediante la mediación (que se caracteriza por la promoción de actividades, el favorecimiento e intercambio de ideas, expectativas y concepciones, así como ampliar conocimientos) se alcanzan propósitos, marcando un antes y un después en el proceso (Davini, 2008).

En el constructivismo quien enseña debe tener claros los objetivos los cuales constituyen el cómo y el qué del proceso, estos guardan una estrecha relación con las estrategias de enseñanza<sup>5</sup>, determinan el orden de los contenidos, la secuenciación, orientan los métodos y definen la evaluación, pero más importante quien enseña debe tener claro que en sus objetivos debe buscar la participación activa de quien aprende, favorecer el cambio conceptual, la construcción de aprendizajes significativos y lograr en el alumno o aprendiz niveles satisfactorios de adaptación al contexto, así como un adecuado bienestar (Granja, 2015)

El construccionismo como modelo de enseñanza toma al alumno como centro y lo hace involucrarse cognitivamente para mejorar su aprendizaje significativo a través de la investigación y la experiencia, que permite estimular en el alumno la toma de decisiones. A través de procesos para el descubrimiento y construcción que permitirá a los alumnos la comprensión de las tareas y así colocar en práctica lo que se va aprendiendo.

Durante el proceso de enseñanza es importante partir de las ideas, conceptos y esquemas cognitivos que tengan los sujetos cognoscentes, aunque sean erróneas e imprecisas, estas

---

<sup>5</sup> Para Vargas (2020) Las estrategias de enseñanza son arreglos que se fundamentan en la creación de la zona de desarrollo próximo con los alumnos, para determinados dominios y actividades de conocimiento. Las estrategias deben insertar actividades que realizan los estudiantes en un contexto y en objetivos que garanticen una vinculación continua entre lo dado y lo nuevo.

ideas y representaciones deben ser consideradas como un punto de partida del sujeto cognoscente y en un segundo momento el docente debe diseñar unidades didácticas que promuevan las operaciones formales (abstractas), lo cual sería ir del pensamiento concreto al pensamiento abstracto y los estudiantes puedan utilizar razonamientos lógicos-deductivos con relación a los conceptos y nociones elementales. Permitir que los estudiantes añadan nuevos conceptos a sus propias concepciones relacionando la práctica vivencial y educativa con conceptos que ellos conozcan.

De esta manera la postura constructivista se alimenta de las aportaciones de diversas corrientes psicológicas asociadas genéricamente a la psicología cognitiva: el enfoque psicogenético piagetiano, la teoría de los esquemas cognitivos<sup>6</sup>, la teoría ausubeliana de la asimilación y el aprendizaje significativo (Castro y Morillo, 2006).

Teniendo en cuenta el cómo se debe enseñar (objetivos), se deben determinar los contenidos, estos constituyen el qué se enseña, se espera que durante el proceso el alumno, asimile contenidos y los integre a sus estructuras cognitivas, generando un cambio en la manera de concebir las cosas, los contenidos pueden contribuir al crecimiento personal y profesional, están determinado no solo por el tiempo sino por la cantidad (cuantos temas y subtemas se abordan) y niveles (hasta donde se llega); con respecto a la secuencia de contenidos, estos deben tener una lógica de tal manera que gradualmente aumente el grado de complejidad, la lógica puede organizar contenidos de manera horizontal (organizados de manera concatenada a lo largo del proceso formativo) y transversal (que establezca una relación entre los contenidos vistos en un nivel para poder integrarlos).

Como mencionamos con anterioridad, la enseñanza sigue una metodología que debe tomar en cuenta el contexto, considerar aprendizajes previos, se debe privilegiar la actividad, considerar los estilos de aprendizaje de los alumnos, favorecer el dialogo, utilizar el taller o

---

<sup>6</sup> Piaget plantea que los esquemas y estructuras a través de los cuales el sujeto interactúa con el medio no son algo prefigurado, la construcción del conocimiento se realiza a lo largo del desarrollo del sujeto como un proceso de construcción ontogénico que retoma las etapas del desarrollo (Rivero-García, 2012). Por otro lado, la construcción no sería posible si en el proceso de enseñanza no se implementan andamiajes, los cuales son sistemas de ayuda, apoyos necesarios para promover el traspaso o control de habilidades, conceptos y actitudes de manera interactiva y tienen por objetivo pasar de alumno-novato a experto-enseñante, por lo que los andamios constituyen la manera en la que el aprendiz va elaborando las construcciones necesarias para incorporar contenidos (Vargas, 2020).



laboratorio, privilegiar operaciones de tipo inductivo-deductivo, para ello el docente ha de seleccionar las técnicas más adecuadas (Granja, 2015). De tal forma que, los estilos de enseñanza, permiten identificar los modos por los cuales se genera la interacción del alumno y el docente en su proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo tanto, ayudan a comprender sobre cómo enseñar y cómo aprender, proporcionando a los docentes; alternativas para abordar la diversidad en la enseñanza en los alumnos y lograr así el cumplimiento de los objetivos propuestos

La concepción constructivista permite diseñar itinerarios didácticos, convenientemente preparados y realizados, pueden aportar experiencias que contribuyan a mejorar la motivación, la curiosidad, el interés del alumnado, propiciando aprendizajes significativos que aglutina el triple objetivo de “saber”, “saber hacer” y “saber ser”. A través de esta metodología se busca que los alumnos aumenten los niveles de interés y la motivación en su proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta es una de las contribuciones de la teoría constructivista, ya que: "el conocimiento es algo activamente construido por el aprendiz y que implica su subjetividad. Por, ende, el conocimiento no puede ser simplemente transferido del docente al aprendiz. Para el constructivismo, cada persona construye y percibe la realidad de una manera diferente" (Martín *et al.*, 2021).

Aunado a lo anterior emoción y cognición van tomadas de la mano en los procesos de aprendizaje, de allí la derivación de la neuro didáctica, como la forma pedagógica que piensa en el diseño y la planificación educativa, que en este tiempo debe estar puesta sobre la base de pensar lo emotivo, lo emocionante y las emociones para desencadenar procesos de enseñanza-aprendizajes que despierten la curiosidad de los alumnos, ya que: “con la curiosidad se expande el abanico de las conductas y con ello el interés por el descubrimiento de lo nuevo” (Mora, 2021).

En contraste el proceso de promover aprendizajes de manera metódica, no es una relación lineal de causa y efecto, es decir no siempre el mismo método, aun estando bien organizado y estructurado logra los resultados esperados, el aprendizaje puede variar de modo significativo entre un alumno y otro, en general esto depende el interés, las capacidades, experiencias previas, estilos de aprendizaje, la relación entre los miembros de un grupo,

recordemos que todos somos singulares. Entendiendo que el aprendizaje es un proceso de direcciones múltiples y que en ocasiones la dificultad para lograr aprendizajes previstos se encuentra relacionados a problemas de la enseñanza misma, el docente debe comprender que esto no es una debilidad o limitación de la enseñanza, todo lo contrario, existe un amplio abanico de posibilidades para enseñar, orientadas por el profesor y enriquecida por los alumnos (Davini, 2008).

Es importante no confundir las técnicas con el método, dentro de las técnicas el docente debe tener en cuenta variables como el contexto y el tiempo que los alumnos llevan interactuando, no es lo mismo formar grupos que apenas comienzan el ciclo escolar, que, con grupos de alumnos ya establecidos, dentro de las técnicas el docente debe incorporar el trabajo colaborativo, donde los alumnos compartan lo aprendido como plenarias, o equipos de laboratorio (Granja, 2015).

Un ambiente favorable para promover aprendizajes considera desde recursos materiales, flujo de información como: libros, bibliotecas, redes informáticas, etc., que constituyen apoyos necesarios y relevantes para la enseñanza, cabe recalcar que no se debe hacer una discriminación entre recursos ricos y pobres, cualquier elemento puede constituir un recurso de enseñanza. Aunque más que los recursos un buen ambiente de aprendizaje es aquel que favorece un vínculo con el profesor donde, la participación, la enseñanza y el seguimiento (grupal o individual) adoptan regulaciones de manera activa, a partir de las experiencias se construye la posibilidad de aprender y enriquecer los resultados obtenidos (Davini, 2008).

Dentro del ambiente también influye la familia, la cual tiene como propósito: coadyuvar en los procesos de enseñanza-aprendizaje y favorecer la creatividad y la autonomía, ya que la familia es un contexto para el desarrollo y medio por el cual se promueven las relaciones emocionales y afectivas. Las familias deben: "Propiciar experiencias de aprendizaje, contextos ricos de retos y desafíos" (Bueno y Forés, 2018) y de esta forma, darle continuidad formativa socializada a la educación escolar, como uno de los escenarios (la familia) interactivos de mayor influencia. De tal forma que, la escuela y la familia configuran una simbiosis para el desarrollo, todo un "proceso social y culturalmente mediado" (García y Segués, 2020) y forman microsistemas asociados (contextos primarios) de los cuales se

nutren cada uno de ellos, de allí la importancia de los roles e influencias específicas que ejercen los adultos (padres) y profesores en los procesos de enseñanza.

Por último, la enseñanza considera la evaluación, esta debe ser objetiva, cualitativa e integral, mediante instrumentos que midan los niveles de aprendizaje; al evaluar se permite conocer si las acciones realizadas sirven de algo y en qué medida, así como ajustar de manera crítica y reflexiva la calidad del curso su idoneidad, repercusión. La evaluación permite realizar una comparación entre los resultados obtenidos y esperados, y de esta manera valorar el grado de cumplimiento de los objetivos (Granja, 2015).

Para finalizar, la enseñanza es un proceso, en el cual la secuenciación de actividades permite lograr aprendizajes esperados y mediante la mediación se alcanzan propósitos, marcando un antes y un después en el proceso; como secuencia metódica el aprendizaje no debe ser visto como un reglamento o código rígido, si no como un marco de actuación lógico, flexible, adecuado con un diseño de actividades secuenciadas y marco metodológico que permita el intercambio de ideas, como una práctica dirigida requiere autoridad pedagógica de quien conduce, es decir no busca la sumisión de quien aprende, al contrario, busca promover el conocimiento, la ampliación de conciencia progresiva para la autonomía e independencia de los alumnos. Durante el proceso quien enseña debe estimular la libre expresión de saberes y experiencias, promover relaciones e interacciones entre quienes aprenden y los incluirá en la reflexión y toma de decisiones para su propio aprendizaje permanente (Davini, 2008).

### **2.3.1 Las actividades del laboratorio en el aula para la enseñanza-aprendizaje**

Hofstein y Lunnetta (2002) han hecho una investigación exhaustiva de los últimos 20 años acerca de los beneficios del laboratorio en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y han encontrado que tienen el potencial de facilitar la adquisición de conceptos y técnicas científicas; Esto puede ser aprovechado por el docente para integrar conceptos y procedimientos científicos con fenómenos cotidianos, de esta manera, los alumnos son más

receptivos al aprendizaje puesto que se genera la motivación, curiosidad, e interés por aprender.

El aprendiz puede investigar y resolver fenómenos de su interés, además durante el proceso los alumnos son entes activos que modifican sus concepciones previas debido a que en el proceso realizan observaciones, plantean preguntas, examinan fuentes de información, analizan datos, refutan hipótesis y comunican sus resultados, desarrollan la imaginación, la intuición, así como el pensamiento crítico y reflexivo.

Dentro del marco didáctico curricular, el docente debe establecer que los alumnos desarrollen una investigación dirigida o experimental, en este caso sobre el tema de las enzimas y sus aplicaciones biológicas y tecnológicas; como enfoque didáctico, el alumno debe aprender a aprender, aprender a hacer, aprender a ser y convivir, así, los experimentos en el aula cubren todos estos enfoques (CCH, 2016).

Sin embargo, esta es una actividad que no está exenta de dificultades, al igual que en el aprendizaje basado en problemas, esta depende mucho de la capacidad de investigación de los alumnos, lo que obliga al docente a simplificar y anticipar muchos de los problemas conceptuales y procedimentales, generando en el alumno ideas sesgadas.

Otra dificultad es el tiempo fijado por los programas educativos y la motivación de los alumnos, puede que ellos no estén interesados en invertir tiempo y esfuerzo de un aprender distinto al que están acostumbrados (Campanario y Moya, 1999). Para ello es necesario recurrir a uno de los dos tipos de retroalimentación, el primero es centrado en la tarea, la cual brinda aciertos, logros y errores; y el segundo es la retroalimentación centrada en el proceso, la cual hace que el aprendiz modifique o reestructure sus pensamientos y conductas ayudando al profesor a mejorar los resultados del aprendizaje, para *posteriormente* adecuar ajustar o rediseñar (Canabal y Margalef, 2017).

Durante el desarrollo de una actividad en el laboratorio, el profesor puede investigar las experiencias de los alumnos, cómo construyen sus conceptos y percepciones científicas creando pequeñas sociedades científicas en el aula entre: alumno-alumno y docente-alumno (ocurre un constructivismo social), así mismo se promueve tanto el trabajo colaborativo como las oportunidades cooperativas y productivas.

### **2.3.2 El laboratorio como una actividad didáctica en el constructivismo**

Las principales características a tomar en consideración para proponer actividades de laboratorio bajo un enfoque constructivista se describen a continuación: En primera instancia, el docente ha de abandonar el estereotipo de que se necesitan materiales muy elaborados, procedimientos demasiado técnicos o aulas especializadas para realizar un experimento. Lo anterior no debería ser un impedimento, mientras un experimento o demostración cumpla con el objetivo de enseñar ciencias es considerado válido.

Otro punto a considerar es que cuando se realice un experimento, el docente debe tener claros los objetivos y ser consciente de que no está siguiendo una “receta de cocina” en la cual se espera que el alumno obtenga un producto esperado, al contrario, se debe enseñar que la ciencia puede ser falible, como cualquier otra actividad humana.

La ciencia debe estar basada en el desafío, por lo que otra característica de una didáctica constructivista es que el experimento debe suponer un problema relacionado a la vida cotidiana, esto permitirá en un futuro brindar un marco de investigación que dará significado y relevancia al conocimiento. Un experimento bien secuenciado tiene que explorar y considerar tanto las concepciones como ideas previas de los alumnos, que a su vez se contrastan con las obtenidas a lo largo del proceso, esto permitirá al docente guiar el pensamiento crítico y reflexivo en el estudiante.

Aunado a lo anterior, las actividades en laboratorio han de incluir las tareas tales como: predecir, observar y explicar; además el desarrollo durante las sesiones debe ser gradual<sup>7</sup>, hasta llegar al punto en donde sea el alumno quien proponga, planifique, ejecute, analice y replantee los experimentos (siendo consciente del objetivo que persigue y del procedimiento,

---


<sup>7</sup> Espinoza-Rios, *et al* (2016). Establece que los alumnos provienen de una enseñanza tradicional en la cual esperan recibir todo por parte del docente, a medida que existe mayor apertura y procesos cognitivos elevados, los alumnos tienen más dificultades para abordar, plantear y resolver el experimento.

Me parece justo considerar que la mayoría de docentes que impartimos ciencias experimentales fuimos formados bajo la enseñanza tradicional y con un enfoque inductivista y cuando se plantea un experimento en el aula, seguimos una receta en la cual debemos proponer la hipótesis, los objetivos y la metodología del experimento, mientras que el alumno debe realizar el resto, esto contrasta con el enfoque constructivista en el cual el alumno debería ganar las habilidades de plantear, construir o reconstruir un experimento desde “cero” siendo esta una barrera que como docentes en formación debemos y deberíamos ir derribando.

es decir entender lo que hace y por qué se hace). Como parte formadora del trabajo en el laboratorio los alumnos estarán inmersos en un proceso de investigación, mediante informes de laboratorio para articular la teoría con la práctica, llegando a comprender que dentro de la ciencia no todas las preguntas tienen una única solución o respuesta, muchas soluciones son provisionales y necesitan investigación posterior (Rua y Álzate, 2012).

Existen diversas clasificaciones para catalogar las actividades de laboratorio, al igual que cualquier otra clasificación no existe una alguna que sea mejor que otra, simplemente dependen de los criterios o el punto de vista de quien clasifica; para fines prácticos y representar el papel de las actividades de laboratorio bajo un modelo o enfoque constructivista se ha optado por tomar la propuesta de Priestley (Cuadro 1), en esta clasificación se toman en cuenta los niveles cognitivos y de apertura con base en la participación docente-alumno, en donde la cantidad de intervención por parte del docente durante el desarrollo de una actividad de laboratorio es inversamente proporcional al grado de apertura de la práctica o al grado de descubrimiento del estudiante.

**Cuadro 1 Clasificación de las actividades de laboratorio bajo un enfoque constructivista**

Enfoque	Categoría del experimento	Niveles de apertura (P: planificado por el profesor/ A: Realizado por el estudiante)						Proceso Cognitivo	Descripción de Herron con base en la actividad del estudiante
		Plantear problema	Formular Hipótesis	Planificar el experimento	Realizar el experimento	Apuntar datos/ Observaciones	Conclusiones		
 Tradicionalista      Constructivista	1	P	P	P	P	P	A	Conocer	Se da la pregunta, el método y el estudiante busca la respuesta
	2	P	P	P	P	A	A	Comprender	Se da la pregunta, el estudiante debe encontrar un método y una respuesta
	3	P	P	P	A	A	A	Aplicar	Se indica un fenómeno, el estudiante formula la pregunta adecuada, debe encontrar un método, y una respuesta a la pregunta.
	4	P	P	A	A	A	A	Analizar	
	5	P	A	A	A	A	A	Sintetizar	
	6	A	A	A	A	A	A	Evaluar	

**Cuadro 1.** Propuesta de Priestley citado en Espinoza-Ríos, e integrado elementos de Herron (Rua y Álzate, 2012), las letras P en las casillas de color azul indican actividades realizadas por el Profesor, mientras que la letra A en las casillas de color naranja indican las actividades realizadas por los alumnos, el cuadro puede resumirse de la siguiente manera: a mayor intervención docente el enfoque tiende a ser tradicionalista mientras que a mayor participación por parte del alumno es constructivista, en la penúltima columna donde se sitúan los procesos cognitivos se hace referencia a la taxonomía de Bloom.

A lo largo del presente trabajo se han mencionado términos como “práctica de laboratorio”, “actividades experimentales” o “experimentos”, de acuerdo con Espinoza-Ríos y

colaboradores (2016) estos términos dependen del contexto o el país, por ejemplo: el término trabajo de laboratorio es un término que se emplea en Norteamérica, mientras que en países Europeos, Asiáticos y Australianos suelen llamarse trabajos prácticos, en países latinoamericanos se emplean los términos práctica de laboratorio o practicas experimentales.

No obstante las características de una clasificación constructivista y el trabajo de Rua y Alzate (2012), hacen una distinción muy puntual; entre lo que es una práctica de laboratorio y un experimento; la primera tiene un nivel de apertura cerrado o semicerrado, es decir, a los estudiantes se les explica lo que deben hacer y el resultado que deben obtener, las técnicas y habilidades solo se utilizan cuando se requieren y no van más allá, los estudiantes no son autónomos; mientras que en una actividad experimental existe mayor autonomía por parte del alumno, el nivel de apertura es abierto, los resultados a obtener se desconocen, durante la ejecución del experimento se deben analizar los procedimientos para resolver un problema, así como plantear alternativas<sup>8</sup>.

Otra clasificación que citan Rua y Alzate (2012), es la de Camaño y Perales, esta clasificación (Cuadro 2) es tal vez una de las más completas, en ella se toman criterios como el carácter metodológico, objetivos didácticos, estrategias de trabajo, carácter de organización y realización, por lo que nos dará una referencia de las actividades de laboratorio propuestas en el desarrollo de la presente secuencia didáctica.

---

<sup>8</sup> Para ejemplificar de una manera visual la diferencia entre practica de laboratorio y experimento es conveniente retomar la información del cuadro 1, a mayor participación por parte del docente donde el enfoque tiende a ser tradicionalista podríamos establecer que se trata de una práctica de laboratorio; a mayor autonomía del alumno donde el enfoque es constructivista nos encontraremos ante un experimento, el cuadro 1 no solo sirve para hacer esta distinción, sino que además es un referente de cómo se pueden adaptar estas actividades a un determinado nivel educativo dependiendo de la categoría, grado de desarrollo y autonomía de nuestros alumnos, por ejemplo: los alumnos de primaria no son capaces de plantear hipótesis o realizar los procedimientos por si solos, por lo que la participación docente debe ser mayor entrando a una categoría 1, gradualmente el papel del docente irá disminuyendo conforme se avance de nivel educativo de tal manera que para alumnos de secundaria subimos a la categoría 2 y 3, bachillerato la categoría 4 y 5, y para alumnos universitarios categoría 6, aunque reitero el nivel de autonomía también depende del contexto de nuestros alumnos.

**Cuadro 2 Clasificación de las actividades de laboratorio por criterios.**

Criterios	Descripción
<b>Por su carácter metodológico</b>	<b>Abiertos:</b> Se le plantea un problema al estudiante, el cual debe conducirlo a la experimentación, en la que le serán útiles sus conocimientos hábitos y habilidades, pero no le son suficientes para resolverlo
	<b>Cerrados</b> (“Tipo Receta”): Se ofrecen a los estudiantes todos los conocimientos bien elaborados y estructurados
	<b>Semiabiertos</b> o <b>Semicerrados:</b> No se les facilitan a los estudiantes todos los conocimientos elaborados y con el empleo de situaciones problema se les motiva a indagar, suponer y hasta emitir alguna hipótesis
	<b>De verificación:</b> Dirigido a la verificación o comprobación experimental de los contenidos teóricos de la asignatura, así como de leyes y principios.
<b>Por sus objetivos didácticos</b>	<b>Inductivos:</b> A través de tareas bien estructuradas se le orienta al estudiante paso a paso el desarrollo de un experimento hasta la obtención de un resultado que desconoce
	<b>De Investigación</b> (Esta integra a los anteriores): A través de tareas bien estructuradas se le orienta al estudiante paso a paso el desarrollo de un experimento hasta la obtención de un resultado que desconoce.
<b>Dentro de una estrategia general de trabajo</b>	<b>Frontales:</b> Todos los estudiantes realizan la práctica de laboratorio con el mismo diseño experimental e instrucciones para su desarrollo. Casi siempre se realizan al concluir un ciclo de conferencias de un contenido teórico de determinado tema, y se utiliza como complemento de la teoría o para desarrollar habilidades manipulativas
	<b>Por Ciclos:</b> Se hace un fraccionamiento en subsistemas según la estructura didáctica del curso, siguiendo como criterio las dimensiones del contenido, o sea, unidades conceptuales, procedimentales o actitudinales.
<b>Por su carácter de realización</b>	<b>Personalizadas:</b> Los estudiantes van rotando diferentes diseños experimentales relacionados con determinados contenidos de la asignatura, que recibirán durante todo el curso y que puede ser que aún no lo hayan recibido en las clases teóricas
	<b>Temporales:</b> Se planifican con el tiempo de duración correspondiente al plan de estudios, para que sea de estricto cumplimiento por parte de los estudiantes.
	<b>Semitemporales / Semiespaciales:</b> Se establece un límite espacio-temporal, en la planificación docente, para que los alumnos puedan y deban realizar las prácticas de laboratorios correspondientes a determinado ciclo de los contenidos teóricos.
<b>Por su carácter organizativo docente</b>	<b>Espaciales:</b> Se le informa a los estudiantes, al inicio del curso escolar, el sistema de prácticas de laboratorios que deben vencer en la asignatura para darle cumplimiento a los objetivos de su programa de estudio, y se les facilitan las orientaciones para su realización.

**Cuadro 2.** Clasificación de las actividades de laboratorios propuesta por Camaño y Perales (Rua y Alzate, 2012) a partir de distintos criterios implicados como la metodología, los objetivos, estrategia etc.



### **2.3.3 Las actividades del laboratorio como una estrategia integradora**

Las actividades de laboratorio permiten integrar múltiples estrategias aplicadas a la enseñanza de las ciencias, por ejemplo en el laboratorio puede ocurrir el aprendizaje por descubrimiento, de acuerdo a Gil citado por Campanario y Moya (1999), los alumnos aprenden al hacer cosas, durante el descubrimiento son capaces de construir sus propios principios y leyes científicas, sin embargo esto plantea un sesgo debido a que los alumnos descubren cosas distintas a lo que se pretendía, o bien son incapaces de contrastar hipótesis.

Durante una actividad experimental los alumnos resuelven problemas, mediante la búsqueda de contenidos, la exploración de posibilidades, la movilización de sus conocimientos, estableciendo una relación entre la teoría y la práctica, el aprendizaje además de significativo es integrativo, sin embargo los alumnos pueden estar buscando una solución a manera de ensayo y error lo que difícilmente dará lugar a un aprendizaje significativo, de ahí la importancia del acompañamiento docente y la retroalimentación.

La experimentación por obvias razones abre camino a una investigación dirigida, que plantea situaciones problema generando interés en los alumnos, los problemas se abordan formulando una hipótesis, además de que se requieren elaborar estrategias de resolución, análisis y comparación de resultados obtenidos por los grupos, generando cambios conceptuales y conflicto cognitivos a lo largo del proceso.

Las situaciones problema se trabajan de manera colaborativa, y con ayuda de bibliografía apropiada, por lo que el alumno comienza a delimitar el problema, explicar ideas, acompañado de alguna actividad de síntesis (mapas mentales, esquemas, maquetas etc.) que permiten concebir nuevas soluciones. Por otro lado, la investigación guiada y las actividades de laboratorio se pueden complementar con: estudios de caso, simulaciones, reconstrucciones, debates, entre otros.

### **2.3.4 Las actividades experimentales a distancia, simulaciones y experimentos caseros**

La pandemia ocasionada por el coronavirus (Covid-19) fue una situación emergente que trajo desafíos en múltiples sectores, pero sobre todo en el académico y de investigación, las escuelas y laboratorios fueron cerrados, causando estrés y ansiedad tanto a estudiantes como profesores, sin embargo, también abrió nuevas oportunidades para que la educación se llevara a cabo desde la comodidad de la casa mediante los laboratorios virtuales y experimentos caseros.

Si bien los laboratorios virtuales suelen ser una mera simulación que generalmente son empleados en las áreas de Química, Biología o Ciencias Naturales no reemplazan enteramente el entorno tradicional que se lleva a cabo en las escuelas<sup>9</sup>, estos poseen ciertas ventajas y particularidades, por ejemplo, los estudiantes pueden realizar los experimentos las veces que sean necesarias, sin límite de tiempo, familiarizándose con las normas de seguridad, el manejo de variables, la generación de datos para su evaluación, y recibiendo casi de manera instantánea retroalimentación, por si fuera poco los experimentos virtuales pueden ser dirigidos de manera grupal permitiendo la interacción entre los estudiantes (Vasiliadou, 2020).

Ahora bien, como docentes en nuestras clases presenciales y a distancia buscamos resolver las exigencias desde el punto de vista didáctico para lograr la excelencia, ofrecer calidad y el incentivo a la curiosidad; dado el contexto actual es necesario impulsar nuestra labor en entornos virtuales, incluyendo experimentos científicos que favorezcan el desarrollo crítico y reflexivo en nuestros alumnos, aunque el docente no esté presente de forma física.

Una solución que puede ser plausible consiste en grabar el experimento y dejarlo disponible para que los alumnos lo vean cuando tengan tiempo, complementándolo con preguntas, sin embargo, esta opción parece ser aburrida y poco novedosa, debido a que en

---

<sup>9</sup> Como docentes no deberíamos de ser tan “puristas” en la manera en que concebimos que el trabajo científico se tiene que construir necesariamente en un laboratorio, si bien la simulación no ofrece al alumno la oportunidad de equivocarse y explorar sus errores, las simulaciones resultan beneficiosas en cuanto a manejo instrumental, tiempo y recursos.

internet hay infinidad de videos que ofrecen los mismo<sup>10</sup>. Una buena alternativa para hacer más dinámico el proceso de enseñanza-aprendizaje consiste en plantear experimentos caseros, los cuales son fáciles de realizar, están al alcance de todos, y utilizan material que encontramos en el hogar sin gastos financieros considerables o instrumentos específicos de laboratorio, siendo algo innovador y motivador que hace que nuestros alumnos no se sientan ansiosos y disfruten el proceso de aprendizaje, además de que exigen al alumno el uso de conocimientos promovidos y el desarrollo de habilidades de investigación.

Para seleccionar un experimento casero adecuado es necesario que no se usen sustancias químicas restringidas o equipo sofisticado, debemos preguntar a los alumnos con que materiales o aparatos cuentan en el hogar para ofrecerles substitutos o adecuar el nivel de complejidad del experimento garantizando que todos puedan realizarlo.

Los experimentos deben ser probados con antelación por el docente una vez comprobado el éxito o fracaso del experimento, se seleccionan los exitosos para proponerlos de manera virtual<sup>11</sup>; los experimentos caseros ofrecen un método de enseñanza activa, al salir de la rutina diaria de leer, escuchar, ver videos y resolver ejercicios frente a la computadora, además de que se favorecen las interacciones familiares, al realizar el experimento el estudiante puede ser ayudado por sus padres, familiares e incluso por los hijos (Mayerhofer y Cabrera, 2017).

Una de las mayores ventajas de los experimentos caseros frente a los laboratorios virtuales es que las simulaciones no ofrecen una experiencia real (pero no por ello las simulaciones dejan de ser efectivas), en los experimentos caseros los alumnos pueden manipular instrumentos cotidianos como una licuadora, aspiradora, medir volúmenes con instrumentos de cocina etc. y lo más importante pueden observar datos cualitativos que una simulación no ofrece, por ejemplo los alumnos pueden describir el color, la textura, el olor o sabor, manejar variables como la temperatura, el peso, la acidez etc., de esta manera los alumnos son capaces

---

<sup>10</sup> De manera similar a lo que se propone mediante el aula invertida los videos grabados por el docente simulaciones, o videos encontrados en la red pueden ser presentados a los alumnos, aunque me gustaría aclarar que no todos los videos que se ofrecen en la red son repetibles, o bien pueden tener errores en cuanto al contenido procedimental o disciplinario por lo que es nuestra labor ayudar al alumno a analizar un video o fenómeno mediante argumentos científicos los fundamentos.

<sup>11</sup> Recordemos que en las ciencias experimentales son tan valiosos los errores como los aciertos, si bien vale la pena seleccionar experimentos en los que los alumnos llegaran a un resultado esperado, también lo es ser temerario e invitar al alumno a que sea consciente de los errores, y que las ciencias experimentales no están exentas del éxito o fracaso de un experimento.

de entender los fundamentos científico y profundizar en el fenómeno cotidiano (Nguyen y Keuseman, 2020). Además, los experimentos caseros son una excelente alternativa para recrear un escenario de laboratorio o enseñar de manera casera funciona un determinado equipo de laboratorio “sofisticado” como lo es uno de cromatografía o un espectrofotómetro comercial (Ibarra-Rivera. *et al* 2020; Al-Soufi *et al* 2020).

Una parte importante dentro de los experimentos caseros es que se pueden hacer consensos, los alumnos pueden plantear preguntas de investigación consensuadas las cuales se pueden categorizar de acuerdo al nivel de edad o escolarización de nuestros estudiantes en:

- 1) Preguntas de información básica, las cuales pueden resolverse mediante investigación bibliográfica.
- 2) Preguntas “asombrosas” que denotan un nivel de curiosidad que va más allá de una simple investigación bibliográfica
- 3) Preguntas de covariación, las cuales son similares a las que hacen los científicos y usualmente implican variables.

Dentro de este consenso los alumnos pueden proponer el método, como coleccionar los datos y la manera en la que pueden analizarlos con el propósito de resolver la pregunta, el docente puede ayudar a reformular o replantear nuevas preguntas de investigación o el desarrollo del experimento, durante el proceso puede corregir concepciones erróneas en el grupo, presentarlas a los compañeros para que entre pares ayuden a construir el conocimiento (Lunsford, 2008; Pols, 2020).

Al término del experimento y al igual que ocurriría en las clases presenciales se les pide a los alumnos que redacten un informe; con la finalidad de promover en los alumnos la participación activa usualmente se les asigna a estos reportes un gran valor en la calificación para estimular que el estudiante se esfuerce<sup>12</sup>, mediante la práctica los alumnos son capaces de escribir reportes detallados, bien escritos y estructurados, con respaldo fotográfico, incluso

---

<sup>12</sup> Sí bien asignar un gran valor a un experimento debemos tener en cuenta el contexto en tiempos de pandemia de nuestros estudiantes desde el económico hasta el emocional, en el proceso debemos ser flexibles y no desmotivar a nuestros alumnos mediante una calificación punitiva, además como docentes debemos planificar nuestros experimentos que desarrollaremos a lo largo de un curso recordando que vale más la calidad de los experimentos que la cantidad.

el docente puede otorgar al estudiante la libertad de elegir el experimento que usarán para respaldar la teoría, proporcionando autonomía y favoreciendo el aprendizaje por descubrimiento, pero a la vez fomentando la independencia, solución de problemas y ofreciendo un aprendizaje flexible, exploratorio, y relevante (Mayerhofer y Cabrera, 2017; Nguyen y Keuseman, 2020).

Dentro de la elaboración de reportes, algo que los alumnos ganan con la práctica es que dejan de emplear el lenguaje coloquial y con el respectivo acompañamiento docente comienzan a dominar un lenguaje científico (Nguyen y Keuseman, 2020). Durante este acompañamiento el docente puede ayudar a los alumnos mejorar en cada uno de los rubros que exige un reporte, donde frecuentemente los alumnos suelen tener problemas es en plantear una hipótesis, proponer un tamaño de la muestra y diferenciar el grupo testigo, pero sobre todo suelen tener más dificultades con la interpretación, manejo de los datos y las conclusiones, esto debido a que se requiere de un alto nivel cognitivo (Lunsford, 2008).

Para finalizar, los experimentos caseros pueden ser acompañados de simulaciones, entre sus similitudes ambas alternativas ofrecen al alumno formular hipótesis, manejar variables, coleccionar datos, formular conclusiones y trabajar en equipo mediante la ayuda de una plataforma o videoconferencia, su papel se desarrolla igual al de un científico, en ambos casos se reducen los costos.

Dentro de las principales diferencias, la primera a resaltar es que el alumno en una simulación puede realizar las veces que sea necesario el mismo experimento; mientras que en los experimentos caseros existe una mayor participación activa, en las simulaciones el alumno está “encerrado en una realidad preestablecida” los errores son mínimos o no suceden como en la realidad, dentro de esta simulación puede manipular sustancias u objetos peligrosos sin grandes consecuencias, en comparación con los experimentos caseros que abren la pauta para la manipulación de instrumentos ayudando al alumno a explorar el mundo, ser consciente de sus errores, descubrimientos y toma de decisiones para resolver una pregunta de carácter científico, por último ambas alternativas pueden ayudar a promover los aprendizajes significativos dentro de un programa de estudios.

### 3.0 Sujetos de Aprendizaje y contexto escolar

Podemos definir al aprendizaje de diferentes maneras tales como: un cambio de funciones intelectuales, un cambio de comportamiento, la adquisición de habilidades y conocimientos, un proceso de maduración fisiológica, e incluso como un proceso intelectual <sup>13</sup>.

En su teoría del aprendizaje, Piaget lo define como una actividad meramente constructivista, es decir que al igual que un edificio se construye a partir de pequeños ladrillos o estructuras más elaboradas como vigas de acero, el aprendizaje se construye a partir de conocimientos y saberes previos que culminan con la generación de esquemas mentales; aprender no solo consiste en obtener una respuesta ante un estímulo externo, como si de algo “pabloviano” se tratara, sino que para Piaget quien aprende toma además el rol de un observador, es decir puede contemplar y disociar en tercera persona un objeto o sujeto de estudio<sup>14</sup>,

Las investigaciones de Piaget a partir de los años 30's consideran que el aprendizaje es adaptativo, en la medida que el individuo se vuelve selectivo e intencional en sus relaciones con las novedades, lo que contribuye a una acomodación activa y progresiva de sus esquemas, además, el proceso está en constante evolución debido a que los esquemas cambian en función de la experiencia, a partir de la oposición que es cuando los nuevos esquemas son incompatibles con los antiguos y la acomodación que no es otra cosa más que la reestructuración y reinscripción de esquemas, a partir de esto el individuo llega a un equilibrio mental entre lo interno y el medio donde construye sus esquemas de acción, alcanzando formas de composición reversible y coordinaciones intelectuales<sup>15</sup>.

---

<sup>13</sup> Sí pudiéramos jugar a hacer una serie de analogías sobre el concepto de aprendizaje tendríamos que es muy similar al concepto biológico de vida, debido a que es difícil encontrar una definición exacta o concreta, pero si se pueden enlistar algunas de sus características, incluso comparten algunas en común, por ejemplo, conceptos como: adaptación, selección, evolución, lo que convierte al concepto de aprendizaje en algo vivo y dinámico.

<sup>14</sup> Cuando Piaget señala que el que aprende puede exteriorizar el objeto o sujeto de estudio, es decir hacer una disociación y colocarse desde el punto de vista del observador, de alguna manera Piaget contemplaba la función docente de que quien aprende capaz de enseñar o exteriorizar lo aprendido, el aprendiz puede volverse maestro, algo similar a la zona de desarrollo próximo planteada por Vigotsky.

<sup>15</sup> Siguiendo la lógica de las analogías, podríamos fácilmente comparar este equilibrio con una “homeostasis intelectual”

Para aprender y generar esquemas mentales es necesario añadir vinculaciones o modalidades a los objetos, insertando datos o hechos que engendran estructuras mentales oportunas o necesarias llegando a formas de clasificación algo denominado generalización inclusiva; el aprendizaje también depende de la capacidad del sujeto por apropiarse y poseer esquemas mentales que exigen su utilización (Dongo, 2008).

Los jóvenes que cursan la asignatura de Biología III, en su mayoría son adolescentes y se encuentran en un periodo de crecimiento y desarrollo donde ocurre la transición de niño a adulto, en esta etapa el sujeto experimenta una serie de cambios biológicos, cognitivos y sociales, el adolescente desarrolla una visión más abstracta del mundo se vuelve menos idealista y con un pensamiento más crítico y reflexivo (Rice, 1999; Carretero, 2002, Arnett, 2008), lo que lo vuelve un buen candidato para la enseñanza de las ciencias a través de la experimentación.

Es importante remarcar que, tanto Piaget como Vygotski, consideraban a la adolescencia como una etapa donde ocurre el desarrollo del pensamiento científico; Piaget incluso la denominó la etapa de las operaciones formales, debido a que el individuo es capaz de: realizar cálculos lógico matemáticos, pensar críticamente, usar el razonamiento abstracto, imaginar el resultado de acciones particulares, lo que lo lleva a generar hipótesis, deducciones y predicciones, mediante los cuales puede responder o resolver un problema de una manera sistemática.

Ambos autores concuerdan con el hecho de que el pensamiento del adolescente retoma características de etapas anteriores, pero las combina con nuevos procesos lógicos internos, para construir una nueva forma de pensamiento, con nuevas características que impera en la persona como: la solución de problemas, el individuo contempla múltiples variables y el pensamiento es reversible de tipo deductivo. Sin embargo, Vygotski hace énfasis en que el pensamiento del adolescente se caracteriza por su capacidad de asimilar, apropiarse e incluso construir conceptos y que a través del lenguaje se logra el estadio más alto que permite la definitiva socialización del conocimiento científico (de Faroh., 2007).

En el ámbito social los adolescentes tienen la necesidad de formar amistades, esta necesidad de formar vínculos puede deberse a su desarrollo cognitivo de la moral, de tal

manera que desarrolla y promueve cualidades como la lealtad, el afecto y la confianza, en esta etapa de la vida la formación de vínculos de amistad suele ser muy significativas (Arnett, 2008), no obstante, los alumnos de CCH suelen ser estudiantes de hábitos solitarios; la población estudiantil de los CCH está conformada por alumnos que provienen de secundarias públicas, generalmente son hijos únicos o con pocos hermanos (uno o dos a lo máximo), solteros, reciben el apoyo económico de sus padres, la gran mayoría proviene de familias mononucleares, el 90% de los alumnos estudian solos en casa, mientras que el otro 10% lo hace en equipo en algún lugar de la escuela como la biblioteca (Muñoz-Corona y Ávila-Ramos, 2012)<sup>16</sup>.

Los adolescentes actuales pertenecen a la generación Z, su plasticidad neuronal está adaptada a entornos digitales, lo que les confiere ciertas ventajas como la toma de decisiones y solución de problemas con rapidez, aprenden a partir de información visual y tienen interés por experimentar situaciones nuevas, en contraparte necesitan una retroalimentación inmediata debido que tienen poca capacidad de atención, difícilmente se ajustan a entornos físicos puesto que el entorno digital les ha conferido comodidad (a través de aplicaciones, gadgets juegos etc.) como estudiantes necesitan un estilo de aprendizaje no lineal kinestésico con experimentación directa activa y aprenden mejor en proyectos colaborativos con pequeños grupos de trabajo (Contreras, 2016).

## **4.0 La educación a distancia**

La educación a distancia ha tenido una evolución gradual desde sus inicios en el siglo XX, las primeras generaciones de esta modalidad eran por correspondencia, donde se empleaban textos rudimentarios o poco adecuados, acompañados de guías de estudio o cuadernillos de trabajo, además, el acompañamiento docente era nulo y la retroalimentación muy tardada.

---

<sup>16</sup> Para ser más precisos el portal de estadística universitaria, dentro del perfil de alumnos que cursan el bachillerato generación 2019, establece que el rango de edad lo encabezan los alumnos de 15 años con el 78% seguido de alumnos de 16 años con un 16%, en cuanto a sus hábitos de estudio el 63% son solitarios que suelen estudiar en su casa, en cuanto al trabajo en equipo 43% lo hace esporádicamente, 29% de ellos nunca ha trabajado en equipo mientras que el 23% afirma que lo hace con frecuencia, aproximadamente el 97% de ellos no trabajan siendo el principal sustento económico los padres de familia, 59% de ellos tienen una computadora personal y el 91% cuenta con teléfono celular.



A finales de la década de 1970, y con la llegada de las telecomunicaciones, como lo son la radio, el televisor y el teléfono, se mejoró la interacción entre el docente-alumno; muy pronto los avances tecnológicos dieron origen a los ordenadores, eliminando las limitaciones espacio temporales, haciendo más dinámico el proceso interactivo dando paso a el *E-learning* o aprendizaje electrónico, y distintos modelos de educación a distancia como el *M-learning* o aprendizaje móvil que requiere el uso de celulares o tabletas, enfocado más al área empresarial o de capacitación laboral, y el *B-learning* o aprendizaje mezclado, que requiere una parte presencial y una virtual.

La educación a distancia se caracteriza principalmente porque existe una separación espacio temporal entre el profesor (formador) y el alumno (participante), la comunicación ocurre a través de diversos medios, sobre todo plataformas y sigue una planificación institucional.

Entre sus principales ventajas frente a la educación presencial, ofrece apertura es decir, se proporcionan al alumno numerosos cursos a la vez desde una misma institución, además se puede lograr un cierto grado de homogenización en una población estudiantil dispersa; Sin embargo también tiene sus desventajas, el hecho de ser una educación homogénea implica que todos tienen los mismos materiales, que todos aprenden lo mismo, reduciendo la creatividad e ideas del alumno, por lo que los materiales y las formas de aprendizaje deben de tener cierta apertura y libertad para el alumnado.

Durante siglos el docente se convirtió en el protagonista de la enseñanza, olvidándose de que podía estar enseñando sin generar aprendizajes, no obstante, la educación a distancia es tan flexible, que permite al estudiante elegir en donde estudiar (el espacio), cuando estudiar (tiempos), a qué velocidad estudiar y aprender (ritmos), por lo que es indispensable la autonomía, disciplina y regulación del alumno para tener éxito y eficacia en el proceso de aprendizaje.

Tras cincuenta años de investigación se ha comprobado que la educación a distancia es igual de efectiva que la presencial, aunque no se desarrollan los ámbitos psicomotrices, actitudinales o afectivos; en este último punto analicemos que existe una tendencia en las sociedades occidentales de las últimas décadas por generar situaciones o vivencias de

carácter íntimo y privado frente al comunitario. Por ejemplo: las actividades sociales como ir a un restaurante se están sustituyendo por comida a domicilio, ir al cine o teatro, por mirar televisión o rentar una película; Este tipo de privatización se está llevando al aula mediante la educación a distancia de tal manera que el aprendizaje se vuelve más íntimo, a pesar de eso se debe tener en consideración que no todos los sectores de la población cuentan con los recursos económicos o infraestructurales, generalmente se terminan excluyendo a ciertos sectores de la población sobre todo los rurales o de difícil acceso (García Arieto, 2003).

Si bien el proceso de enseñanza y aprendizaje a distancia o electrónico puede generar individualismo, así como limitar la interacción entre docente-alumno o alumno-alumno, los entornos virtuales aumentan la interactividad mediante recursos como: foros, videoconferencias, o chats, manteniendo el dialogo en cualquier momento y desde cualquier lugar, la retroalimentación por parte del docente puede ser rápida y personalizada, aunque el docente no está al tanto de cubrir la rectificación de posibles errores, que surjan en un determinado proceso.

El estudiante en la educación a distancia tiene acceso a un mayor abanico de posibilidades para aprender, debido a que el acceso a la información está a un *click* de distancia, esto supone que las evaluaciones arrojen resultados menos fiables, los alumnos pueden hacer uso del plagio o el fraude para resolver una prueba, aunque de igual manera este fenómeno ocurre en la educación presencial.

Para que el *e-learning* o enseñanza y aprendizajes digitales tenga éxito es necesario tener en cuenta que los contenidos deben estar enriquecidos en cuanto a diversidad de formatos (textos, imágenes, audios, videos, etc.); la tutoría debe ser un servicio permanente para el estudiante, una buena tutoría acompañada de una correcta retroalimentación jamás debe superar una respuesta más allá de las 24 horas (48 sí existen fines de semana o días festivos de por medio), se debe favorecer en las plataformas la comunicación multidireccional y la construcción de comunidades virtuales de aprendizaje, las plataformas deben brindar la posibilidad de que el docente y el alumno gestionen el proceso de evaluación.

## 4.1 El aula invertida

El aula invertida nace con la inquietud de dos profesores de química, Jonathan Bergmann y Aaron Sams, quienes buscaban que los alumnos que no habían podido asistir a las sesiones de clases fueran capaces de seguir el ritmo del curso evitando su rezago, para ello grabaron videos donde narraban las presentaciones de *Power Point* y las distribuían entre sus alumnos, al poco tiempo se dieron cuenta que las grabaciones eran ocupadas no solo por los alumnos inasistentes sino por la totalidad, gradualmente comenzaron a invertir las lecciones para que los alumnos las visualizarán en casa, reservando las horas presenciales para desarrollar proyectos con los que poner en práctica los conocimientos adquiridos y resolver dudas.

El aula invertida también denominada *flipped classroom*, es un método de enseñanza donde el alumno asume un rol más activo en el proceso de aprendizaje, el alumno, mediante su autonomía, debe estudiar los conceptos teóricos por sí mismo, a través de distintos medios y herramientas proporcionados por el docente como lo son: vídeos, podcast grabados por el propio profesor o por otras personas (tutoriales); Mientras tanto, el tiempo de clase es aprovechado para resolver dudas relacionadas al material, realizar prácticas y abrir foros de discusión, por lo que nuestros alumnos han pasado a convertirse en lo que denominamos alumnos electrónicos (e-alumnos o *e-student*), personas que dentro y fuera del aula implementan las llamadas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs).

Actualmente nos encontramos en la era digital y dada la pandemia por Covid-19 es imprescindible adaptar nuestras técnicas pedagógicas a las nuevas realidades y alumnos, de tal manera que debemos analizar cuál es la mejor manera de promover el conocimiento, para que el alumno asimile de manera adecuada y óptima los contenidos.

El aula invertida no solo consiste en grabar videos sino que trata de abarcar un enfoque más integral para lograr el compromiso y la motivación del alumno, actualmente el docente puede hacer uso de una amplia gama de recursos como libros electrónicos, diapositivas, apuntes infografías, etc.; Antes de poner en marcha una aula invertida el profesor debe tener la claridad del objetivo del tema, los aprendizajes esperados, los puntos clave a debatir, y revisar si el recurso tiene la información adecuada (Berenguer-Albaladejo, 2016).

Este modelo consigue cubrir todas las fases o niveles de la Taxonomía de Bloom, ya que cuando el alumno afronta el trabajo previo fuera del aula ejercita procesos cognitivos de bajo nivel como: la comprensión y aplicación, mientras que en la propia clase trabaja procesos cognitivos de mayor complejidad o alto nivel como lo es el análisis, la evaluación y la creación (Talbert, 2014); Cuando se incluyen actividades colaborativas y de resolución de problemas en un trabajo continuo, el aula invertida sigue el modelo constructivista específicamente el de Vygotsky la teoría del Aprendizaje Experiencial de Kolb, basada en un ciclo de aprendizaje continuo en el que se experimenta, reflexiona, contempla y actúa sobre lo que aprende (Martínez-Olvera, *et al* 2014).

Por otra parte, entre las ventajas y desventajas del aula invertida se señala que esta aumenta el rendimiento académico a través de la motivación, autorregulación y trabajo en equipo, aunque para lograr ese rendimiento óptimo se requiere que el aula invertida tenga una duración de como mínimo un semestre (Lucena, *et al.*, 2019).

Dentro de sus ventajas, el aula invertida destaca por: colocar al alumno al centro, incrementando su autonomía y el compromiso, haciéndolo responsable mediante una participación activa, el alumno es capaz de trabajar colaborativamente para la resolución de problemas; Por otro lado, y de manera similar a la educación a distancia, los materiales como videos o podcast permiten a los alumnos aprender a su propio ritmo ya que tienen la posibilidad de acceder al material cuando quieran, las veces que lo necesiten y en donde quieran.

Otra ventaja del aula invertida es que favorece una atención más personalizada, se atienden de una manera óptima las necesidades y dudas de los estudiantes, pues el profesor dedica su tiempo en profundizar cuestiones complejas, controvertidas e interpretables del contenido temático, de tal manera que el ambiente del aula se ve favorecido como un espacio donde se comparten ideas, pensamientos críticos y reflexivos, se plantean nuevas interrogantes, y se resuelven dudas entre el docente-alumno y alumno-alumno fortaleciendo el trabajo colaborativo.

Los obstáculos o desventajas que presenta el aula invertida es que depende en parte de la autonomía y nivel de compromiso del alumno, por otro lado implica mucho más trabajo para

el profesor como para el alumno debido a que se realizan actividades adicionales al trabajo presencial, se incrementa el tiempo frente a una pantalla reduciendo la interacción entre personas, y por último no todos los alumnos tienen el mismo estilo de aprendizaje o la capacidad de aprender con videos o podcast (Berenguer-Albaladejo, 2016).

## **4.2 Los entornos virtuales de aprendizaje**

El objetivo del presente capítulo es explorar si los entornos virtuales son capaces de generar aprendizajes significativos bajo un enfoque constructivista, además, describiremos sus fortalezas, debilidades, cuestiones técnicas, haciendo énfasis en el modelo de aula invertida.

Primero se definirá lo que es el proceso de enseñanza y luego el de aprendizaje, debido a que ambos procesos son complementarios; podemos definir al proceso de enseñanza como una interacción metódica entre el docente y el estudiante que requiere de: objetivos, contenidos y recursos necesarios para una evaluación (Granja, 2015); además enseñar requiere de promover aprendizajes para favorecer la construcción del conocimiento en el alumno, de tal manera que éste no solo pueda adquirir la información sino sea capaz de procesarla (Tünnermann, 2003).

Al enseñar el docente debe ser capaz de implementar estrategias que promuevan la memorización, análisis, síntesis y la argumentación basado en el pensamiento reflexivo y la capacidad de deducción e inducción (Montenegro *et al*, 2016). En cuanto al aprendizaje se refiere muchas han sido las teorías que a lo largo de la historia han intentado analizarlo y comprenderlo a partir del desarrollo cognoscitivo, es decir los procesos y mecanismos mentales por lo cuales se construye y ocurre.

El psicólogo Jean Piaget empleó los términos de acomodación y asimilación, en donde este último es un proceso activo en el que los nuevos conocimientos se asocian a esquemas mentales ya existentes, mientras que la acomodación es el proceso de incorporación de nuevos conocimientos que han sido procesados y asimilados, generando reestructuración de esquemas mentales preexistentes. Para que el aprendizaje se lleve a cabo de manera satisfactoria debe haber un equilibrio entre la acomodación y la asimilación, dicho equilibrio

viene después de una reinterpretación de los hechos la cual podrá ser generada de manera individual o colectiva (Herrera, 2002).

En la década de los 30 Vygotsky plantea la ley de la doble formación de los procesos psicológicos superiores, en donde la construcción del conocimiento se da a partir del desarrollo cognitivo; para que el desarrollo se produzca debe ocurrir en dos fases: primero a nivel social a partir de la interacción con el medio para finalmente en la segunda fase producirse un proceso individual de internalización de nuevos conocimientos, en pocas palabras el entorno en el que se produce el aprendizaje adquiere un carácter dinámico y juega un papel crucial (Martín, 2018). Bajo esta perspectiva los procesos tanto de aprendizaje y desarrollo cognitivo tienen influencias mutuas por lo que a mayor aprendizaje mayor desarrollo y viceversa (Lucci, 2006).

Ausubel también desarrolló una teoría cognitiva del aprendizaje e incluso acuñó el concepto de aprendizaje significativo; para Ausubel aprender implica una conexión entre los conocimientos anteriores asimilados e interiorizados y la nueva información que se ha de procesar e incorporar a los conocimientos previos. Además, propone un tipo de aprendizaje que ocurre por descubrimiento, donde el alumno va encontrando nuevos conceptos, ideas y proposiciones, en el proceso se involucra con sus compañeros por lo que existe un elemento social, pero a la vez motivacional y emocional que fomenta la autorregulación y autonomía del estudiantado (Olivera *et al.*, 2011).

De modo que aprendizaje y emoción son dos procesos íntimamente relacionados, por ello el alumno debe estar inmerso en el proceso de enseñanza-aprendizaje, para ello se debe colocar al alumno al centro (Bernal, 2011). Sí se pretende que en el proceso formativo ocurran aprendizajes significativos, el alumno debe mostrar una actitud de predisposición e interés por aprender, por ello, el material didáctico debe ser atractivo con un significado lógico potencialmente relacionable con la estructura cognitiva del aprendiz, de manera no arbitraria y sustantiva, deben existir ideas de anclaje adecuadas que permitan la interacción del material con los nuevos contenidos que se presentan (Rodríguez, 2011),

En una reflexión contextual del siglo XXI podemos caracterizar al aprendizaje significativo como un recurso humano, en donde nuestros estudiantes serán críticos y

reflexivos, capaces de resolver problemas a futuro (Jansen y Merwe, 2013), para que dicho aprendizaje sea efectivo debe haber un cambio cognitivo, afectivo y psicomotriz, a partir del desarrollo de competencias en actitudes, técnicas y conocimientos (Wahyudi y Suheri, 2020).

Ahora bien, la pandemia ocasionada por Covid-19 ha cambiado el proceso de enseñanza y aprendizaje en el aula por la comodidad del hogar mediante entornos virtuales, en relación a esto la teoría del conectivismo intenta explicar que los aprendizajes ocurren debido a que el desarrollo de las tecnologías de la comunicación y de la información (TICs) posibilitan una gran cantidad de flujo de información y que el conocimiento reside en una base de datos conectada con las personas precisas en un contexto adecuado (Siemens, 2004).

Por otro lado, los entornos virtuales ofrecen conectividad, es decir, la información se puede conectar mediante nodos y fuentes cuando se necesite y con quién se necesite, por lo que el futuro de la educación se inclinará cada vez más hacia el uso de los entornos virtuales, de tal manera que son un buen medio o herramienta y no un fin como tal (Selwyn, 2014).

Generar aprendizajes en entornos virtuales no solo consiste en tomar un curso y colocarlo en un ordenador, sino que se debe seleccionar, combinar y suministrar los recursos, materiales y actividades necesarias, para ello existen softwares específicos dentro de la red que ofrecen entornos de formación los cuales llamamos plataformas virtuales; todas las plataformas tienen cuatro características básicas e imprescindibles:

1. Interactividad, en donde el usuario o persona que emplea la plataforma es consciente de su protagonismo.
2. Flexibilidad, la cual hace referencia que los contenidos se adaptan acorde al plan de estudio, institución y estilos pedagógicos.
3. Escalabilidad, la plataforma funciona tanto para un número pequeño o grande de personas, y por último.
4. Estandarización, que es la capacidad de importar y exportar cursos en algún formato (Boneu, 2007).

Dentro de las plataformas virtuales podemos enlistar las siguientes:

1. Portales de distribución de contenidos
2. Entornos colaborativos de trabajo

3. Sistemas de gestión de contenido (Content Management System, CMS)
4. Sistemas de gestión del conocimiento (Learning Management System, LMS)
5. Sistemas de gestión de contenidos para el conocimiento o aprendizaje (Learning Content Management System, LCMS)

Los números 4 y 5 del listado de plataformas son considerados como entornos virtuales de aprendizaje (EVA) (*Virtual Learning Enviroment*, VLE), debido a que poseen herramientas suficientes para desarrollar con calidad las acciones formativas del aprendizaje electrónico (*e-learning*). Los EVA ofrecen calidad técnica debido a la facilidad de navegación a través de su interfase, eficiencia de gestión de los cursos, posibilidad de almacenamiento y actualización de la plataforma, en cuanto aspectos de organización y creatividad son flexibles y posibilitan la adaptación de diversos ámbitos educativos, existe una mejor organización de contenidos mediante índices, mapas conceptuales, glosarios, etc.

Por si fuera poco, integran recursos multimedia; a su vez ofrecen calidad en la elaboración e implementación de herramientas de evaluación; también incrementan la calidad en la comunicación mediante foros, chats, tablón de noticias, correos electrónicos y videoconferencias; incorporan calidad didáctica al introducir los principios de aprendizaje como: secuencialidad conceptual, aprendizaje significativo, aprendizaje cooperativo, aprendizaje activo.

Aunque por otro lado, los entornos virtuales también presentan dificultades para promover aprendizajes como: lentitud en la transmisión de la información, interrupción inesperada de la comunicación, coste de tarifas; A su vez, presentan debilidades educativas y metodológicas como: la obsesión por la generación de contenido literario, descuido en la calidad estética de diseño gráfico y multimedia, lo cual refleja escasa creatividad y descuido semántico en materiales visuales o textos, metodologías de naturaleza conductista, obsesión por la transmisión de demasiado contenido, descuido de los objetivos relacionados con la formación o programa de estudio, tendencia a la evaluación de resultados dejando de lado el proceso de construcción del conocimiento, descuido en el diseño de estrategias destinadas al trabajo colaborativo (Toro y Carrillo, 2003).



Dentro de los entornos virtuales podemos citar plataformas como: Moodle, Edmodo, BlackBoard, Schoology y Google Classroom, en este apartado nos centraremos en este último y su capacidad para favorecer los procesos de enseñanza y aprendizaje en las ciencias<sup>17</sup>.

Google Classroom fue lanzado en 2014 con la finalidad de favorecer la interacción entre estudiante y profesor, entre sus principales innovaciones encontramos que la plataforma se vuelve un auténtico entorno virtual para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje al proveer de distintas suites que trabajan en paralelo pero que en conjunto proporcionan una oportunidad para las asignaturas científicas, dentro de estas suites encontramos Google Mail (Correo electrónico), Google Docs (Procesador de Texto), Google Meet (Videoconferencia), Google Form (Cuestionarios), Google Drive (Almacenamiento de documentos y archivos multimedia) y Google Calendar (Calendario).

De esta manera el docente puede planear un clase, tener una mejor administración y ser efectivo a la hora de promover aprendizajes, por ejemplo: el docente puede emplear Google Calendar para programar y recordar a los estudiantes las fechas y horarios de las reuniones, en Google Drive puede compartir recursos como imágenes, videos, presentaciones, hojas de trabajo y hojas de discusión, de tal manera que las tareas se pueden programar y distribuir mediante lecciones de discusión ya sea mediante Google Docs o incluso Google Mail, así se pueden formar comunidades donde la interacción se da entre alumno-alumno, alumno-grupo, alumno-profesor, y profesor-grupo.

La comunicación puede ser en tiempo real mediante Google Meet, en donde los alumnos tienen la posibilidad de discutir las dificultades encontradas en conceptos científicos, y durante este tiempo el docente puede aclarar o profundizar en la temática valiéndose de compartir documentos, presentaciones o videos.

---

<sup>17</sup> Google Classroom fue quizás una de las plataformas más ampliamente utilizadas en México durante la pandemia, esto debido a que es gratuita, y la interfase que muestra es intuitiva lo que la hace fácil de emplear, además de que en YouTube uno puede encontrar tutoriales editados por profesores para organizar tareas, temáticas materias e implementar desde rúbricas, cuestionarios, por lo que no requiere de largos cursos especializados para su correcta operación, por si fuera poco y como menciona Widiyatmoko, tampoco representa un problema para el estudiante debido a que ellos son nativos digitales e incorporan fácilmente las innovaciones tecnológicas

Por otra parte, Google Classroom abre la oportunidad de coleccionar la opinión de los estudiantes mediante formularios<sup>18</sup>, y tal vez un aspecto importante es que dentro de Google Classroom, el docente puede implementar actividades de laboratorio que van desde las actividades complementadas con videos, simulaciones, programas de animación, programas de visualización hasta laboratorios virtuales o softwares especializados, de tal manera que los alumnos tienen interacción, pero a la vez la debida retroalimentación para aprender aspectos relacionados al área de las ciencias (Widiyatmoko, 2021).

Los entornos virtuales no implican el fin de la profesión docente, aunque el uso de algunos recursos (como videos tutoriales, manuales, libros o instructivos electrónicos) pueden conducir la eliminación de determinados segmentos en la labor docente, esto no los exime de su responsabilidad pedagógica; recordemos que los docentes tienen un papel relevante que vas más allá de instruir en contenidos, en donde debe promover la autonomía así como los aprendizajes significativos, por otro lado la interacción y condición humana son insustituibles.

De manera general, la ventaja que brindan los entornos virtuales es que el amplio volumen de información que ofrecen es flexible y actualizado, las herramientas permiten un flujo de comunicación constante ya sea de manera sincrónica y asincrónica optimizando los tiempos, igualmente la interactividad profesor-contenido-alumnos permite la autonomía y favorece la retroalimentación mediante el registro de actividades realizadas en las plataformas.

Mientras que dentro de sus desventajas, los entornos virtuales requieren de un mayor tiempo de planificación por parte del profesor, además de capacitación tanto para docentes como alumnos para conocer a detalle las funciones, las herramientas y el funcionamiento de los medios; aunado a esto los entornos virtuales requieren tiempo de exploración y perfeccionamiento en su ejecución con el fin de aprovecharlos al máximo (Cabrero, 2006).

El modelo de aula invertida, como su nombre lo indica, aplica una “inversión” o “reversa” del concepto, por lo que las actividades convencionales son llevadas fuera del aula,

---

<sup>18</sup> No solo se pueden implementar formularios con la finalidad de aclarar dudas o detectar dudas sobre contenidos temáticos; sino se puede preguntar al alumno cómo se están llevando a cabo las sesiones para hacerlas más atractivas al estudiante, otro aspecto a resaltar es que Google Classroom permite añadir a las actividades rúbricas y mostrar al alumno su evaluación y desempeño a lo largo de las actividades realizadas en un curso formando un portafolio electrónico

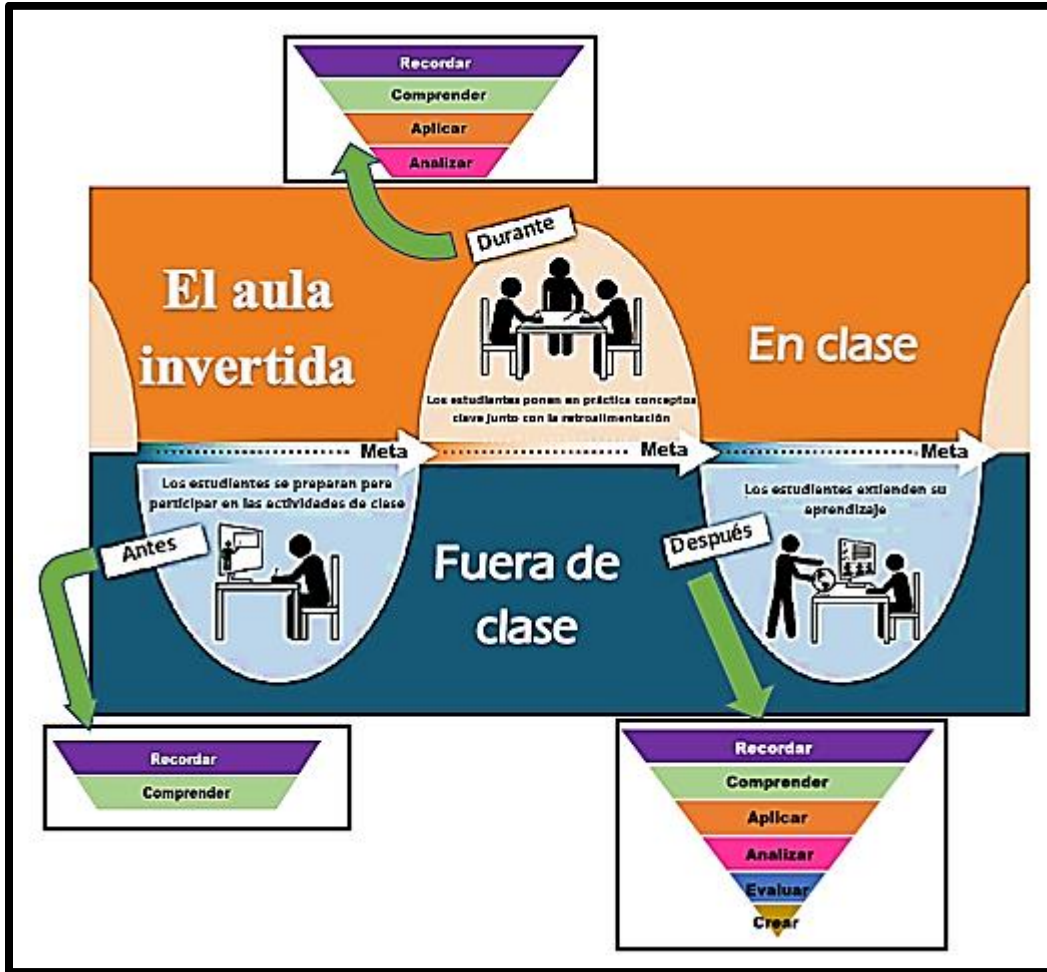
generalmente actividades desarrolladas en el hogar y que al final son complementadas en la clase, por lo que se crea un aprendizaje activo a través de un procedimiento inverso (Midun *et al.*, 2019).

En el proceso el estudiante encuentra recursos de aprendizaje e intenta aplicar conocimientos adquiridos para tratar de solucionar un problema (Faqih *et al.*, 2016), así mismo el proceso de aprendizaje ocurre en dos etapas: uno interactivo, desarrollado en el aula y otro individual desde entornos virtuales o el hogar (Bishop y Verleger, 2013).

Como podemos apreciar el aula invertida no está separada de los entornos virtuales, a pesar de que el profesor no esté en contacto directo con el estudiantado, puede proveer de materiales para optimizar el aprendizaje como: videos, libros y documentos electrónicos (Hwang *et al.*, 2019); adicional a esto, el docente es capaz de monitorear las actividades desarrolladas por los alumnos fuera del aula mediante aplicaciones como: WhatsApp, Zoom, Google Classroom, etc., (Ghiffar *et al.*, 2018).

Otro aspecto a resaltar y quizás el más relevante, es que el aula invertida es eficaz para promover aprendizajes significativos debido a que genera cambios en los estudiantes a nivel cognitivo, actitudinal, afectivo y psicomotor, y al respecto existen muchas investigaciones que lo respaldan, por ejemplo: la promoción de aprendizajes ocurre debido a que el estudiante tiene un rol activo (Clarisa *et al.*, 2020), se incrementa la autonomía e independencia del alumno (Lo y Hew, 2017; Yamada *et al.*, 2017), mejora las actitudes creativas, valores como la responsabilidad (Damayanti y Sutama, 2016), y promueve el desarrollo de técnicas así como el pensamiento crítico y reflexivo (Midun *et al.*, 2019).

La implementación del aula invertida se da en tres etapas, las cuales están estrechamente relacionadas con las categorías de la taxonomía de Bloom (Figura 1) para promover aprendizajes. En la primer etapa o pre-clase, los alumnos aprenden del material para ser discutido, para que se lleve a cabo la discusión los alumnos primero deben tener la habilidad de recordar y *posteriormente* comprender el material; en la segunda etapa la cual se desarrolla en clase los estudiantes interactúan con materiales y actividades por lo que deben aplicar y analizar, por último, en la tercera etapa fuera de la clase (*post-clase*), los alumnos deben evaluar y completar tareas mediante la creación de proyectos (Hastuti, 2020).



**Figura 1** tomada de Hastuti (2020) donde se aprecia que el aula invertida es un modelo que promueve aprendizajes acordes a todos los niveles de la taxonomía de Bloom.

Como cualquier modelo el aula invertida presenta ciertas fortalezas, pero a la vez debilidades dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje las cuales se resumirán a continuación a manera de cuadro comparativo:

**Cuadro 3 Ventajas y desventajas del modelo de aula invertida.**

Ventajas para el estudiante	Desventajas del Modelo
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Los estudiantes tienen el tiempo suficiente para estudiar (se ajusta al ritmo y estilos de aprendizaje del estudiante)</li> <li>➤ El estudiante aprende bajo una atmósfera confortable (el hogar) y reciben material acorde a sus habilidades</li> <li>➤ Los alumnos centran su atención al profesor cuando encuentran dificultades para comprender los materiales o ejercicios asignados</li> <li>➤ El estudiante aprende de diversos medios y/o recursos (Videos, documentos electrónicos, libros, etc.)</li> <li>➤ Los estudiantes interactúan entre ellos y con miembros de la familia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ No todos los estudiantes o docentes tienen acceso a los dispositivos, programas, o incluso acceso a internet.</li> <li>➤ No todos los estudiantes se sienten cómodos aprendiendo detrás de una computadora</li> <li>➤ No todos los estudiantes tienen la motivación o independencia para aprender desde casa.</li> <li>➤ Requiere de un mayor tiempo de planeación para el docente, así como la selección adecuada de materiales y actividades.</li> </ul>
Ventajas para el profesor	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Los contenidos y materiales se vuelven más efectivos debido a que se hace uso de diversos formatos (Videos, documentos electrónicos, tutoriales, etc.)</li> <li>➤ Ahorro de tiempo, el profesor centra sus explicaciones en ciertos puntos que considera representan dificultad para el alumnado</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El profesor monitorea el desarrollo y progreso de los estudiantes (cualidades y actitudes)</li> <li>➤ Se incrementa y vuelve clara la comunicación con el alumnado</li> <li>➤ Detecta y ayuda a los alumnos con dificultades</li> <li>➤ Se mejora la administración de las clases en contenidos, técnicas y aprendizajes</li> <li>➤ Aumenta la motivación y creatividad del profesor para desarrollar materiales digitales</li> <li>➤ Se promueve una comunicación activa en la clase a manera de discusión</li> </ul>	
---	--

**Cuadro 3.** obtenido a partir de Bergmann y Sams (2012), Berrett, (2012), donde se resume las ventajas y desventajas del aula invertida y de los entornos virtuales para promover aprendizajes.

## 5.0 Las secuencias didácticas

La planeación es un proceso que permite al docente organizar, enriquecer y optimizar su práctica, dentro de la planeación existe un elemento que permite la construcción del conocimiento, las secuencias didácticas; en estas el docente debe plantear situaciones de aprendizajes progresivos<sup>19</sup>, que requieren de uno o varios pasos; es decir, actividades o estrategias apegadas al programa de estudios, las cuales deben propiciar la movilización de

<sup>19</sup> Dentro del programa de estudios de CCH (2016) se sugiere que el docente al diseñar estrategias, las organice de lo general a lo particular, de lo concreto a lo abstracto, de manera que propicie los aprendizajes y enriquezcan el conocimiento y la cultura de los estudiantes.

conocimientos habilidades y actitudes para alcanzar un aprendizaje esperado (Del Río-Portilla, 2016).

En cuanto a su estructura, las secuencias didácticas se pueden organizar a partir de tres actividades (Díaz Barriga, 2013) <sup>20</sup> o bien a partir de tres momentos (Feo, 2010). El primero es el momento de inicio o actividad de apertura, en el cual se abre un clima de aprendizaje, se introduce al alumno a los nuevos conocimientos y se obtiene información de sus experiencias previas; el segundo es el momento de desarrollo o actividades de desarrollo, donde el estudiante interacciona con la nueva información y el docente facilita su incorporación; y por último momento de cierre o actividades de cierre donde el alumno integra, sintetiza y reconstruye la información, los propósitos y principios fundamentales de la actividad se consideran aprendidos mediante la reflexión colectiva.

Dentro de una secuencia didáctica se consideran los siguientes tipos de evaluación: La evaluación inicial, conocida como diagnóstica o predictiva tiene lugar al inicio de la enseñanza aprendizaje. Su objetivo es obtener información sobre las necesidades educativas y de formación de los alumnos. Conocerla permite tomar decisiones con base en las necesidades educativas y orientar a los estudiantes hacia el tipo de enseñanza que se busca fomentar.

El segundo tipo de evaluación, evaluación formativa también llamada continua o reguladora, tiene como objetivo conocer la evolución del proceso de aprendizaje de los estudiantes a medida que se van desarrollando las actividades de enseñanza aprendizaje. Permite conocer el avance o los problemas que surjan en el proceso educativo, con ello ayuda al docente a tomar decisiones y reorientar su actividad. Este tipo de evaluación tiene un sentido constructivo y propositivo, en la que el binomio alumno docente mejoran su actuación.

Por último, la evaluación sumativa, también llamada final, se plantea al término de una actividad o de un conjunto de actividades de enseñanza y aprendizaje, consiste en la

---

<sup>20</sup> Díaz Barriga (2013) menciona que una buena secuencia didáctica debe ser significativa, por lo tanto, el alumno aprende por lo que realiza, además las nociones previas de un hecho se deben vincular a situaciones problemáticas y contextos reales, en el proceso el alumno debe realizar múltiples operaciones intelectuales como explicar, demostrar deducir, todas estas características están íntimamente relacionadas con el aprendizaje científico.

“valoración del producto” o del “desempeño” por lo que permite emitir un juicio de aprobación, así como emitir una calificación (Morán, 2010).

## 6.0 Metodología

La presente secuencia didáctica es una propuesta adaptada a la modalidad en línea (mediante la plataforma de Classroom y sesiones por videoconferencia) cuya finalidad es promover los aprendizajes para la primera unidad temática de la asignatura de Biología III; de acuerdo al programa de estudios el propósito general de la unidad es que al finalizar el alumno debe ser capaz de describir el metabolismo mediante el análisis de procesos energéticos y su relación con los sistemas biológicos.

La unidad está dividida en dos temas que son necesarios abordar a manera de andamiajes la enseñanza y el aprendizaje de la temática de enzimas los cuales son: Bases moleculares del metabolismo y Biomoléculas, donde el alumno debe comparar el anabolismo con el catabolismo como un proceso de síntesis y degradación dentro de los sistemas biológicos, igualmente relacionar las biomoléculas con los procesos metabólicos de la transformación de la energía; a fin de comprender el papel de las enzimas en las reacciones metabólicas, así mismo se centra en el eje complementario Ciencia Tecnología y Sociedad debido a que el docente en conjunto con los alumnos exploraran las aplicaciones tecnológicas de las enzimas.

El propio programa sugiere como estrategia el uso de proyectos de investigación, experimental, virtual o de campo, en esta secuencia didáctica se presentan dos simulaciones virtuales y un experimento casero, todos ellos se presentarán al inicio de las sesiones a manera de aula invertida y no durante el desarrollo, planteándose como un problema generador o una situación problema, de tal manera que el alumno entre en un conflicto cognitivo, que resolverá mediante la investigación guiada<sup>21</sup>.

---

<sup>21</sup> Sí retomamos el cuadro 1 (página 13) tanto las simulaciones como el experimento casero propuesto en esta secuencia didáctica, se ofrecen una categoría 4, es decir: el profesor es quien plantea el problema y planifica el experimento, mientras que el alumno tendrá que formular hipótesis, apuntar datos, realizar observaciones y elaborar sus conclusiones, la única



La secuencia didáctica se aplicó en alumnos regulares de entre 15 a 17 años que cursaron la materia de Biología III a distancia, con una duración de 8 horas sincrónicas distribuidas en cuatro sesiones de dos horas. Todos los alumnos pertenecían a la zona conurbada de la ciudad de México y tenían facilidad para acceder a internet mediante un computador de escritorio, por lo que la asistencia mediante videoconferencia y entrega de actividades de manera asincrónica era puntual y de aproximadamente del 95%; El 5% de los alumnos faltantes fueron alumnos que se inscribieron al curso y se dieron de baja, solo dos alumnos manifestaron tener un familiar enfermo por Covid-19 por lo que no fue posible darles seguimiento, la secuencia se aplicó a finales de septiembre del 2020, antes de que iniciaran los primeros picos de pandemia en el país (Gráfica 1), lo cual explica el bajo número de contagios.

---

diferencia entre las simulaciones y el experimento casero el cual se enfoca en la temática de enzimas es que en las simulaciones, es el profesor quien realiza el experimento mientras que en el experimento casero es el alumno, dando como proceso cognitivo dentro de la taxonomía de Bloom de analizar.

Por otro lado retomando el cuadro 2, si pudiéramos clasificar las actividades de laboratorio por criterios de la presente secuencia, tendríamos que es semiabierta, debido a que no se les facilita a los estudiantes todos los conocimientos elaborados y con el empleo de una situación problema se le invita a indagar; es inductiva y de investigación por que se orienta al estudiante paso a paso en el desarrollo de un experimento a un resultado que desconoce; también es frontal por que todos realizan el mismo diseño experimental y por último es temporal debido a que el profesor es quien planifica el tiempo y duración.



**Gráfica1.** De acuerdo con COVID-19 Data Repository by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University, para las fechas en las que la secuencia fue aplicada el número de contagios nuevos por día en promedio eran de 388 para la ciudad de México.

La prueba piloto se aplicó en un grupo de alumnos de CCH plantel oriente (30 alumnos), dos semanas después se realizó la aplicación definitiva en dos grupos de CCH plantel sur (44 alumnos), en cuanto actividades la secuencia está programada para que por sesión los alumnos desarrollaran una actividad de manera individual y otra colaborativa, esta última ligada a los experimentos como la realización de un reporte de laboratorio o V de Gowin; en este punto es necesario recalcar que dentro de las modificaciones efectuadas entre la aplicación piloto y definitiva, se optó por usar la V de Gowin en lugar de reporte de laboratorio y únicamente reporte escrito para el experimento correspondiente a la sesión de enzimas, de esta forma se optimizó mejor el tiempo, además dentro de la aplicación definitiva se realizarán preguntas con la finalidad de cerciorarse si los alumnos son capaces de formular o replantear los experimentos por ellos mismos.

La presente secuencia didáctica es un estudio transversal de alcance correlacional mixto; Se conoce como estudio transversal a aquellos que recolectan datos en un solo momento, como lo es la primera unidad temática del programa de estudios, además el alcance es correlacional pues analiza variables antes y después de la aplicación de la secuencia mediante el *pretest* y *posttest*, por último, mixto debido a que se analiza desde lo cuantitativo y cualitativo.

Para el análisis cuantitativo se emplearon las pruebas de Kolmogorov Smirnov Lilliefors con el fin de evaluar si hubo un aumento de puntaje por parte de los alumnos entre la aplicación de *pretest* y *posttest*, para la evaluación de contenidos dentro de este instrumento se emplearon: las pruebas de Wilcoxon para reactivos en formato de casillero de verificación y McNemar para reactivos de opción múltiple. El análisis cualitativo se realizó a partir de las concepciones desarrolladas durante las actividades, en ellas se recaban datos como el logro de aprendizajes conceptuales, desarrollo de habilidades (inclusive digitales), promoción de actitudes y valores.

Por último, todo lo que se articula y plasman en la secuencia didáctica, recursos (escritos, videos y tutoriales), instrumentos de evaluación, actividades (foros, correos, retroalimentación grupal y personalizada) se detallan y se resumen en un diagrama de flujo (Figura 1) página 54.

## SESION I

### BIOLOGIA III, QUINTO SEMESTRE

UNIDAD I: ¿Cómo los procesos metabólicos energéticos contribuyen a la conservación de los sistemas biológicos?

PROPOSITO: Al finalizar la unidad el alumno describirá la importancia del metabolismo, a través del análisis de diferentes procesos energéticos, para que explique su contribución a la conservación de sistemas biológicos.

Aprendizaje		Temática			
Compara anabolismo y catabolismo como procesos de síntesis y degradación para la conservación de los sistemas biológicos		Metabolismo: Anabolismo y Catabolismo			
Objetivos específicos	Estrategia didáctica		Evaluación	Recursos y Materiales	Tiempo
	Estrategia de enseñanza	Estrategia de aprendizaje			
<p>* Indicar las normas de trabajo, objetivos y formas de evaluación del curso.</p> <p>* Mediante La evaluación diagnóstica, identificar las necesidades educativas y de formación de los alumnos.</p> <p>* Definir mediante el cuadro RA-P-RP los sistemas biológicos, el metabolismo y las características de una reacción química.</p>	<p>Previo a la clase y de manera asincrónica se les pidió a los alumnos inscribirse en la plataforma de Classroom y contestar un formulario de Google el cual serviría como <i>pretest</i> o evaluación diagnóstica, además de instalar en sus tabletas o teléfonos la aplicación MiMind®, para elaborar mapas mentales.</p> <p><b>Inicio</b> De manera sincrónica en horario de clase el profesor se presentó con los alumnos, e indicó la conformación de equipos colaborativos de trabajo, se les explicó a los alumnos mediante un escrito que en casa y de manera individual, deberían desarrollar a lo largo de los días un experimento casero, donde</p>	<p>Los alumnos mediante su participación comparten las observaciones en común y aquellas que tuvieron diferentes o inusuales.</p>	<p>Diagnóstica.</p>	<p>Formulario de Google (anexo instrumentos de evaluación 1)</p> <p>Desarrollo del experimento cubos de queso. (anexo materiales 1)</p>	<p>40 min.</p>

<p>monitorearían cada 24 horas cubos de queso colocados en distintas concentraciones jabonosas, los resultados obtenidos, los tendrían que conjuntar en equipo a más tardar para la tercera sesión de la secuencia didáctica.</p> <p>Se les proporciono a los alumnos el cuadro respuesta anterior pregunta respuesta <i>posterior</i> (RA-P-RP), donde rellenaron la columna RA, se les indicó además que no existen respuestas erróneas en este apartado y que era importante que no las modificarán a lo largo del proceso.</p>				
<p><b>Desarrollo</b> Se les proporciona a los alumnos la lectura dirigida “El flujo de la materia y la energía” al finalizarla deberán de <i>contestar</i> la columna RP.</p>			<p>Cuadro RA-P-RP (anexo materiales 2).  Lectura dirigida (anexo materiales 3) .</p>	<p>10 min.</p>
<p><b>Cierre</b> Se les pide a los alumnos observen las respuestas que colocaron en ambas columnas.</p>	<p>Los alumnos comparten las respuestas en común y aquellas que tuvieron diferentes, en conjunto con el profesor se llega a un consenso de</p>			<p>10 min.</p>

		conceptos, para certificar como han resuelto las preguntas y corregir si aún quedan algunas concepciones erróneas.			
Segunda Hora					
* Mostrar a los alumnos una reacción exérgica.	<b>Inicio</b> Se brinda a los alumnos una liga de You tube, en ella se muestra un video donde se lleva a cabo una reacción química entre ácido sulfúrico y azúcar de mesa, se les pide a los alumnos anoten los detalles más relevantes como: el tipo de ácido y la concentración empleada, el tipo de azúcar, el tiempo en el que se llevaba a cabo la reacción, los instrumentos de medición empleados y detalles que ellos consideraron importantes.	Los alumnos anotan detalles relevantes del video, mediante preguntas guiadas.		Video de YouTube  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=X0NzsN-jdig">https://www.youtube.com/watch?v=X0NzsN-jdig</a>	13 min.
* Analizar los requerimientos necesarios para que se lleve a cabo una reacción química.					
* Comparar las relaciones y similitudes que existen entre reacciones químicas y metabolismo.	<b>Desarrollo</b> Posteriormente mediante una serie de videos elaborados por el profesor, se intentó repetir a manera de simulación el experimento de YouTube con algunas variables, por ejemplo,	Mediante la participación colectiva a lo largo de los videos se les pide a los alumnos formulen una hipótesis, anoten		VIDEO 1 VIDEO 2 VIDEO 3	7 min. 5 min. 5 min. 20 min.

<p>*Registrar y analizar datos mediante V de Gowin.</p>	<p>en el primer video se emplea el reactivo ácido clorhídrico en lugar de sulfúrico, en el segundo video se cambia el ácido clorhídrico por ácido para baterías (ácido sulfúrico) y las proporciones de azúcar, en el tercer video se cambia el azúcar de mesa por azúcar refinada y el ácido para baterías por otro de otra marca.</p>	<p>detalles relevantes y al finalizar que expliquen por qué su hipótesis fue o no valida.</p>			
	<p><b>Cierre</b> Para finalizar se establecen los lineamientos de la rúbrica para que los alumnos elaboren de manera asincrónica un reporte de laboratorio o una V de Gowin. Por último, se les pide a los alumnos contesten la pregunta ¿Cómo plantearías un experimento para demostrar una reacción exergónica o endergónica? Con la finalidad de averiguar si los alumnos son capaces de plantear alguna actividad del tipo experimental.</p>		<p>Rúbrica para evaluar reporte escrito (anexo instrumentos de evaluación 2).  Rúbrica para evaluar V de Gowin (anexo instrumentos de evaluación 3).</p>	<p>Formato Word V de Gowin (anexo materiales 4).</p>	<p>10 min.</p>

## SESION II

### BIOLOGIA III, QUINTO SEMESTRE

UNIDAD I: ¿Cómo los procesos metabólicos energéticos contribuyen a la conservación de los sistemas biológicos?

PROPOSITO: Al finalizar la unidad el alumno describirá la importancia del metabolismo, a través del análisis de diferentes procesos energéticos, para que explique su contribución a la conservación de sistemas biológicos.

Aprendizaje			Temática		
Relaciona Carbohidratos, Lípidos, Proteínas y Nucleótidos con los procesos metabólicos de transformación de energía.			Carbohidratos, lípidos, proteínas y nucleótidos		
Objetivos específicos	Estrategia didáctica		Evaluación	Recursos y Materiales	Tiempo
	Estrategia de enseñanza	Estrategia de aprendizaje			
<p>*Evaluar y comparar de manera grupal los resultados obtenidos en la V de Gowin.</p> <p>* Identificar que las biomoléculas están conformadas principalmente por carbono y sub unidades llamadas monómeros.</p> <p>* Analizar que la degradación de polímeros libera energía y la polimerización almacena energía, y la manera en la que los seres vivos obtienen carbono, para realizar sus procesos metabólicos.</p>	<p><b>Inicio</b></p> <p>El profesor retroalimenta de manera general los reportes de laboratorio o las V de Gowin señalando los puntos en común del análisis de resultados y conclusiones de los alumnos; para iniciar la sesión se proyecta video a manera de simulación (llamado carbono comprobación), el cual video consiste en carbonizar con un soplete azúcar de mesa (carbohidrato), aceite de cocina (lípidos) y trozos de pescado deshidratado (proteína) y ver el tiempo que le toma a cada una de estas muestras (o biomoléculas) convertirse en carbón, Posteriormente se les pide a los alumnos investiguen rápidamente en Google ¿Qué es un combustible y de que está conformado?, con esta pregunta el docente ayuda al alumno a comprender que el carbono como elemento es un buen combustible y que este se encuentra en los alimentos que consumimos en general.</p>	<p>Los alumnos comentan las respuestas y se ayuda al alumno a analizar la importancia del carbono.</p> <p>Los alumnos plantean por escrito una actividad para demostrar que los seres vivos necesitamos carbono.</p>		<p>Video plataforma Classroom.</p>	<p>10 min.</p> <p>12 min.</p>



<p>*Distingue al ATP como la moneda energética.</p> <p>*Registrar y analizar datos mediante V de Gowin.</p>	<p>En la plataforma de Classroom se les pide a los alumnos contestar una pregunta cuya finalidad es averiguar si son capaces de plantear un experimento o actividad para comprobar si los seres vivos empleamos carbono para nutrinos.</p>				
	<p><b>Desarrollo</b></p> <p>La sesión se complementó con la lectura carbono combustible donde se revisan los conceptos de biomolécula, nutrición, monómero, Ruta metabólica y ATP.</p>			Lectura en Classroom (anexo materiales 5).	10 min. 5 min.
	<p><b>Cierre</b></p> <p>Para finalizar se les proporciona a los alumnos los lineamientos y rúbricas para que de manera asincrónica y por equipo realicen un reporte de laboratorio o V de Gowin con base en el video de simulación y la lectura proporcionada por el profesor.</p>		Rúbrica para evaluar reporte escrito (anexo instrumentos de evaluación 2).	Formato Word V de Gowin (anexo materiales 6).	10 min.
Segunda Hora					
<p>*Resume mediante un mapa mental la relación que existe entre biomoléculas y metabolismo.</p>	<p><b>Inicio</b></p> <p>El docente proporciona un ejemplo de mapa mental, así como los lineamientos a realizar y la rúbrica para elaborar la estructura del mapa. Durante esta sesión se proyectó a los alumnos un video</p>				10 min.

	tutorial para usar la aplicación MiMind, como alternativa para diseñar y elaborar el mapa.				
	<b>Desarrollo</b>	Los alumnos elaborarán un mapa mental a partir de las lecturas revisadas en esta sesión y la anterior.	Rúbrica para mapa mental (anexo instrumentos de evaluación 4).		30 min.
	<b>Cierre</b> El docente retroalimenta puntos en común y corrige ideas o estructuras que se pueden presentar en los mapas.	Con la finalidad de cerrar la sesión se pide voluntariamente a los alumnos expongan su mapa mental.			20 min.

### SESION III

#### BIOLOGIA III, QUINTO SEMESTRE

UNIDAD I: ¿Cómo los procesos metabólicos energéticos contribuyen a la conservación de los sistemas biológicos?

PROPOSITO: Al finalizar la unidad el alumno describirá la importancia del metabolismo, a través del análisis de diferentes procesos energéticos, para que explique su contribución a la conservación de sistemas biológicos.

Aprendizaje		Temática			
Comprende el papel de las enzimas en las reacciones metabólicas		Enzimas			
Objetivos específicos	Estrategia didáctica		Evaluación	Recursos y Materiales	Tiempo
	Estrategia de enseñanza	Estrategia de aprendizaje			
<p>*Evaluar y comparar de manera grupal los resultados obtenidos en la V de Gowin.</p> <p>*Describir y detallar las características químicas y biológicas de las enzimas.</p> <p>*Registrar, organizar y evaluar datos obtenidos a partir del experimento casero desarrollado a partir de los cubos de queso y detergentes.</p>	<p><b>Inicio</b> Se revisan los reportes de laboratorio o V de Gowin con la finalidad de corregir ideas y concepciones previas, se les brinda retroalimentación a los alumnos, al inicio de esta sesión se les pregunta a manera de participación los resultados obtenidos durante el desarrollo de su experimento de los cubos de queso, se les pregunta cómo elaborarían sus hipótesis y cómo registrarían y analizarían de manera colectiva los datos, el profesor les proyecta a los alumnos un video de como desarrollo el mismo experimento y sus resultados obtenidos sobre lo que ocurrirá con dos tipos distintos de queso sometidos a diferentes tratamientos con detergentes.</p>	<p>Los alumnos comentan y discuten inquietudes obtenidas durante el desarrollo de su experimento casero.</p> <p>Los alumnos tendrán que elaborar o construir una hipótesis.</p>		Videos.	10 min. 25 min.
	<p><b>Desarrollo</b> Durante esta sesión se les brinda a los alumnos una lectura complementaria a partir de la cual tendrán que responder un mapa cognitivo de cajas, con la finalidad</p>	<p>Los alumnos rellenarán un mapa cognitivo de cajas comparando sus respuestas.</p>		Lectura Classroom (Anexo materiales 7).	10 min.

	de organizar la información de las enzimas revisada durante la sesión.			Mapa cognitivo de cajas (Anexo materiales 8).	
	<p><b>Cierre</b> Se les proyecta a los alumnos una presentación en Power Point donde se revisan, la forma, estructura, composición y regulación de las enzimas y su papel dentro del metabolismo, además se proporciona a los alumnos los lineamientos y rúbricas para que de manera asincrónica y por equipo realicen el reporte de laboratorio final.</p>		Rúbrica para evaluar reporte escrito (anexo instrumentos de evaluación 2).	Presentación en Power Point.	15 min.
Segunda Hora					
*Distingue la importancia tecnológica de las enzimas.	<p><b>Inicio</b> Se revisa con los alumnos la lectura “Aplicaciones tecnológicas de las enzimas”, en la cual se describe el panorama histórico, y algunas de sus aplicaciones en diversas industrias, a partir de la lectura y por equipo se les brinda a los alumnos los puntos importantes y un ejemplo para elaborar una infografía.</p>				
	<p><b>Desarrollo</b></p>	Los alumnos investigarán una enzima de su interés, resaltando su historia o descubridor, de qué organismo se obtiene y sus aplicaciones tecnológicas. A partir de ello elaborarán de			

		manera asincrónica y por equipo una infografía.			
	<p><b>Cierre</b></p> <p>El profesor comenta y complementa aspectos relevantes de las infografías de los equipos.</p>	Los alumnos exponen de manera sincrónica y por equipo su infografía.	Rúbrica para evaluar infografía (anexo instrumentos de evaluación 5).		

## SESION IV

### BIOLOGIA III, QUINTO SEMESTRE

UNIDAD I: ¿Cómo los procesos metabólicos energéticos contribuyen a la conservación de los sistemas biológicos?

PROPOSITO: Al finalizar la unidad el alumno describirá la importancia del metabolismo, a través del análisis de diferentes procesos energéticos, para que explique su contribución a la conservación de sistemas biológicos.

Aprendizaje		Temática			
Comprende el papel de las enzimas en las reacciones metabólicas		Enzimas			
Objetivos específicos	Estrategia didáctica		Evaluación	Recursos y Materiales	Tiempo
	Estrategia de enseñanza	Estrategia de aprendizaje			
*Analizar y comparar de manera grupal los resultados obtenidos en los reportes escritos de laboratorio  *Resumir y enlistar los aspectos fundamentales de cada contenido temático mediante un mapa mental  *Evaluar el curso mediante la aplicación de <i>postest</i> .	<b>Inicio</b> Se revisa el reporte escrito de laboratorio a partir de las retroalimentaciones generadas en la plataforma de Classroom,	Se les pide a los alumnos en la plataforma de Classroom redacten como plantearían o replantarían un experimento casero para demostrar alguna propiedad o efecto de una enzima.			30 min.
	<b>Desarrollo</b> El profesor mostrara un mapa mental elaborado por él en donde se resume de manera global todo lo visto en la secuencia didáctica (Anexo 17)			Presentación en Power Point.  Mapa mental anexo 17.	15 min.
	<b>Cierre</b>	Los alumnos realizaran el examen sumativo o <i>Post test</i> junto con una escala Likert para evaluar el curso.	Examen evaluación sumativa (Anexo 18). Escala Likert (anexo 19).		15 min.

Figura 1 Diagrama de flujo de la secuencia didáctica

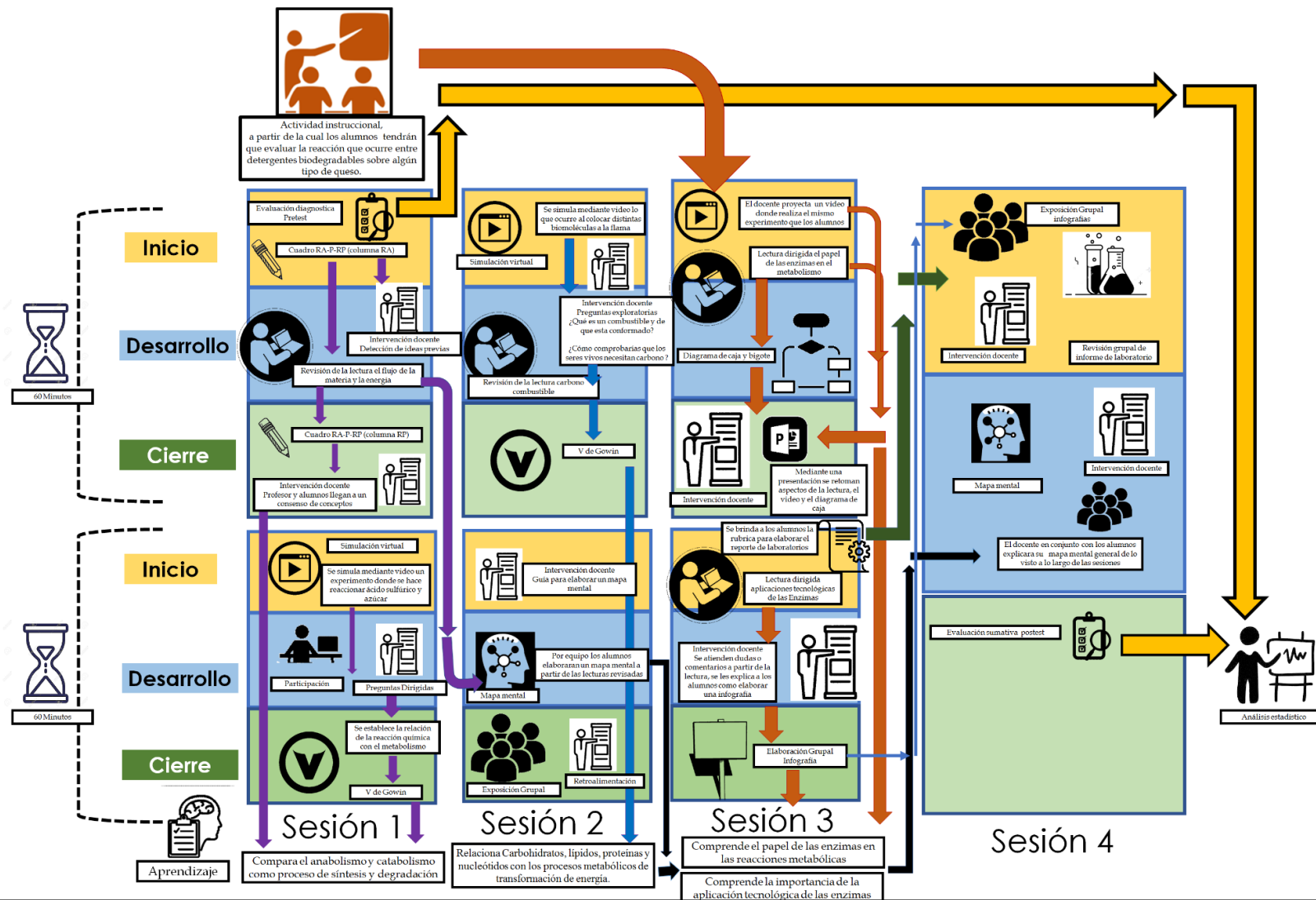


Figura 2. Diagrama de flujo que resume la secuencia didáctica, a partir de los tiempos, las actividades y los aprendizajes planificados por sesión.

## 7.0 Resultados

En este apartado se detallan los resultados obtenidos conforme a las actividades realizadas por los alumnos; Además se incluyen las respuestas en común, las concepciones erróneas, logros, dificultades y situaciones ocurridas tanto en la plataforma como en las sesiones por videoconferencias.

### Sesión I

#### Cuadro RA-P-RP

Para la pregunta “¿Qué entiendo por reacción química?” en la columna (RA), 27% de los alumnos respondieron que: “una reacción química es un proceso donde intervienen dos sustancias, las cuales cambian o se transforman”, mientras que, 23% contestaron “la unión de dos o más sustancias donde intervienen reactivos y productos”, en esta respuesta los alumnos al incluir los conceptos reactivos y productos, demuestran que conocen las sustancias que participan, al igual que las sustancias que se producen dentro de una reacción química.

Por otra parte, 17% del alumnado contesta que una reacción química “es una mezcla entre dos sustancias”, una concepción un tanto errónea debido a que en una mezcla solo se unen las sustancias pero no ocurre una transformación química; 10% describe a una reacción como “una serie de cambios físicos y químicos, 9% la define como “un proceso de transformación de la materia y la energía”, 5% responde “la transformación de elementos”, 4% la define como “un proceso donde se crean y rompen enlaces”, 3% lo define como: “un proceso que requiere calor para llevarse a cabo”, una idea que no define una reacción química, sino un factor del cual dependen algunas reacciones para efectuarse, 1% da una respuesta que se ajusta más a metabolismo y lo define como metabolismo es decir: “un proceso que ocurre dentro de los seres vivos”, por último el un alumno respondió con una definición muy alejada, para este sujeto la reacción química es aquella donde se absorben proteínas que permiten el desarrollo, una respuesta que se asemeja al proceso de nutrición.

Al rellenar la columna respuesta posterior, 29% de los alumnos definen una reacción química como “la interacción entre dos sustancias donde intervienen reactivos y productos”,



10% añade a su respuesta que “los reactivos tienen distintas propiedades fisicoquímicas a los productos” (imagen 1).

En la lectura proporcionada para responder esta pregunta se coloca el ejemplo del agua, al parecer este ejemplo fue significativo para los alumnos en la construcción de su definición, e inclusive el 55% de los alumnos complementa esta respuesta con el termino energía de activación, logrando una la definición más integral como: “la unión (interacción) de dos sustancias llamadas reactivos, en las cuales interviene la energía de activación para dar como resultado productos con distintas propiedades físico químicas a los reactivos”.

Adicional, 4% responde con una idea muy general como “interacción de sustancias que se transforman”, por último 2% contesta que: “en una reacción hay un equilibrio entre el número de átomos entre los reactivos y los productos”. En estas dos últimas respuestas a los alumnos les falta integrar conceptos como reactivos, productos, o energía de activación.

<b>RA-P-RP (Respuesta anterior, Pregunta, Respuesta posterior)</b>		
<b>(RA) RESPUESTA ANTERIOR</b>	<b>(P) PREGUNTA</b>	<b>(RP) RESPUESTA POSTERIOR</b>
1. Una reacción que se da al mezclar dos o más sustancias en donde cambia la composición de ambas.	1. ¿Qué entiendo por reacción química?	1. Es un proceso en donde interactúan dos o más sustancias llamadas reactivos, que cuando con diferentes propiedades y que dan como resultado un producto. Todas las reacciones químicas necesitan de energía de activación para producirse.

**Imagen 1.** Captura de pantalla de las actividades registradas en Classroom en ella se aprecia una respuesta anterior donde el alumno emplean la palabra mezcla, para referirse a una reacción química, en la respuesta posterior contesta empleando frases como: proceso, interacción, reactivos, productos y energía de activación.

En cuanto a la segunda pregunta “¿Qué entiendo por metabolismo?”, en la respuesta anterior, 37% de los alumnos confunden el metabolismo con una definición que se asemeja al proceso de nutrición (imagen 2), y contestan que “es el proceso de transformar los

alimentos en energía”, 12% de los alumnos tienen la idea de lo que es el metabolismo y lo definen como “el conjunto de reacciones químicas que ocurren dentro de la célula” .

A su vez, 8% tienen una idea aproximada de lo que es el metabolismo definiéndolo como: “el conjunto de cambios biológicos y químicos dentro de la célula”, esta definición se aleja del concepto cuando los alumnos incluyen la frase cambios biológicos, ya que los cambios biológicos son procesos que dependen del metabolismo, como el crecimiento, la diferenciación etc.

Otro porcentaje, el 5% define el metabolismo como “ los cambios físicos y químicos que ocurren en las células”, esta definición no es errónea pero falta precisar que la energía y los cambios físicos y químicos se deben a las reacciones químicas, 10% define el metabolismo como “los procesos donde un ser vivo transforma la energía” otro 10% responde que “es un proceso vital”, 8% definen como “un proceso donde los seres vivos transforman sustancias”.

Un porcentaje menor, apenas 4% de los alumnos precisan que “el metabolismo es un proceso donde los seres vivos transforman biomoléculas”, otro 4% definen que “son cambios que ocurren en las células”, el 3% únicamente lo define como un proceso biológico; y finalmente, 2 % tiene una concepción previa muy alejada, ya que define al metabolismo como “filtrar los componentes de una sustancia”.

En la columna respuesta posterior, 93% de los alumnos definen el metabolismo como “las reacciones químicas que ocurren dentro de la célula y que permiten las funciones vitales” (Imagen 2), el 2% de los alumnos define al metabolismo como “un proceso donde la célula produce energía” el 3% plasma la definición de reacción química, finalmente 2% lo define como ruptura de moléculas.

2. Reacciones químicas que tienen lugar en las células del cuerpo para convertir el alimento en energía	2. ¿Qué entiendo por metabolismo?	2. Son reacciones químicas que ocurren a cada segundo y permiten las funciones básicas, como alimentarse, moverse, reproducirse etc.
---	-----------------------------------	--

**Imagen 2.** captura de pantalla de las actividades registradas en la plataforma, donde los alumnos relacionan el metabolismo con la nutrición y obtención de energía, mientras que en la respuesta *posterior* agregan ejemplos donde hacen alusión al metabolismo como las reacciones químicas que permiten otras funciones en los seres vivos.

Para la pregunta tres “¿Qué entiendo por síntesis?” en respuesta anterior, 25% de los alumnos contestaron que “es la formación de moléculas sencillas”, cuando en realidad la síntesis consiste en la formación de moléculas complejas a partir de moléculas sencillas, 14% respondió “es la formación de componentes celulares”(imagen 3), esta respuesta es muy general y no define a qué componentes celulares se refiere, 11% de los alumnos contestaron de manera acertada “es cuando una molécula simple se transforma en una compleja”, 7% lo definen como “la reducción de nutrientes” una definición que se asemeja más a catabolismo que anabolismo.

En menor medida, 5% definió síntesis como la unión de elementos separados; el 3% lo describió como la “asimilación de moléculas o nutrientes”, mientras que otro 3% respondió que es una “reacción química” en la que no se especifica el tipo de reacción o los elementos de esta, 13 % contestó que consiste en “simplificar una sustancia”, 7 % afirmó que es reducir o desintegrar un producto o una sustancia (una definición que hace alusión al catabolismo), 4% responde que es “un proceso de anabolismo”, una respuesta que es acertada, mientras que, 2% definió que es una “transformación de sustancias”, 2% definió que “consiste en la fabricación de proteínas”, 2% contestó que “consiste en acelerar el proceso de nutrición”, por último, el 2% define que síntesis es la manera breve de explicar un tema. Esta es una definición muy literal pero que podría dar una pista del porqué los alumnos suelen tener una concepción errónea o confunden el concepto con degradación, ya que en nuestro lenguaje cotidiano hacer “síntesis” requiere quitar elementos o resumir, pero en un lenguaje biológico la síntesis implica construcción de materia.

En la columna RP el 67% de los alumnos responde que “es un proceso dentro de la célula donde se fabrican moléculas grandes (o complejas) a partir de moléculas sencillas o simples”, 23% contesta que la síntesis es “un proceso de construcción ligado al anabolismo”, 5% responde que “es un proceso donde ocurren reacciones endógenas” y el otro 5% afirma que es un “proceso de formación de componentes celulares”.

3. Es la formación de componentes de células.	3. ¿Qué entiendo por síntesis?	Dentro de las células existen reacciones químicas que necesitan energía para formar enlaces, transformando moléculas sencillas en moléculas complejas.
---	--------------------------------	--

**Imagen 3.** captura de pantalla de las actividades donde el alumno pasa de definir síntesis como la formación de componentes celulares a una reacción química que ocurre dentro de la célula para transformar moléculas sencillas a complejas.

Para la pregunta “¿Que entiendo por degradación?” en la columna RA el 48% de los alumnos responde que “es un proceso de descomposición o reducción” (imagen 4), 11% de los alumnos definió que la degradación “es un proceso donde se pierden o eliminan propiedades en una reacción química”, 10% respondió de manera adecuada como “la transformación de moléculas complejas a sencillas” 6% la define “como la descomposición de restos de animales”, 5% respondió que “es la disminución en la calidad de un objeto”, 4% contestó que es “la destrucción de un componente celular”, 3% respondió que “la degradación es dividir algo en partes”, 3% definió la degradación como la perdida de la biodiversidad, otro 3% como la descomposición de alimentos, 3% como la pérdida de materia orgánica en el suelo, 2% escribió que es un proceso para la obtención de proteínas y por último un 2% como la pérdida de un ecosistema.

En la columna RP, el 80% de los alumnos logró definir que la degradación es el proceso celular donde las moléculas grandes se transforman en moléculas más pequeñas (imagen 4) 17% respondió que “es un proceso catabólico” y el 3% “Proceso donde ocurren reacciones exógenas”

4. Descomposición de algo	4. ¿Qué entiendo por degradación?	4. El proceso por el cual se rompen moléculas grandes para convertirlas en moléculas más pequeñas
---------------------------	-----------------------------------	---

**Imagen 4.** captura de pantalla donde el alumno *contesta* como respuesta previa que la degradación consiste en la descomposición, un término muy coloquial a *contestar* que se trata de un proceso donde se rompen moléculas

Para la última pregunta “¿Qué entiendo por sistema biológico?” Columna RA 25% de los alumnos lo definen como “un ser vivo”, 24% lo definieron como “un conjunto de estructuras que componen un ser vivo”, 10% respondieron que es “la organización de los seres vivos”, 9% como “una red de órganos o tejidos” (imagen 5), 7% como “sistema conformado por células”, 6% “los sistemas encargados del funcionamiento de los seres vivos”, 6% únicamente como “ los elementos vitales”, 4% “elementos que conforman el ambiente”, 3% como “ el conjunto de funciones de los seres vivos”, por último el 6% “el conjunto de seres vivos”.

En la columna RP 40% de los alumnos “Es una estructura biológica que intercambia materia y energía con el ambiente”, (imagen 5) 28% lo define a manera de ejemplos “Son células, órganos, tejidos, e individuos”, 19% “Toda estructura que corresponde a un organismo”, 13% “un componente vivo”.

<p>5. Aquellos órganos que permiten la continuidad de un ser vivo y que desempeñan funciones importantes.</p>	<p>5. ¿Qué entiendo por sistema biológico?</p>	<p>5. Conjunto de células, órganos e individuos, que permiten el intercambio de materia y energía, esto permite su continuidad como ser vivo. Ejemplo son; Células, Órganos, Individuos.</p>
---	--	--

**Imagen 5.** Captura de pantalla de las actividades donde el alumno primero define a los sistemas biológicos como una red de órganos y posteriormente brinda un mayor número de ejemplos e integra el concepto de sistema biológico al emplear las palabras intercambio de materia y energía.

Si bien el cuadro RA-P-RP permite sondear los conocimientos antes y después de aplicar la lectura, algo que valdría la pena es puntualizar con los alumnos que las reacciones químicas pueden ocurrir independientemente de los seres vivos y que cuando estas ocurren dentro de las células hablamos de metabolismo.

Esto debido a que un alumno confundió en la columna RA el concepto de reacción química con metabolismo, de igual manera se podrían incluir los conceptos como “reacciones exógenas y endógenas”.

Por otra parte, los alumnos no presentaron dificultades para diferenciar los procesos de síntesis y degradación, pero de igual manera, se les puede pedir que establezcan una relación entre estos procesos con las reacciones exergónicas y endergónicas. Durante la sesión de clase se les preguntó si podían dar otros ejemplos sobre las leyes de la termodinámica en los seres vivos, aunque les demoro se tomaron participaciones como:

“el calor corporal” usualmente se disipa en forma de calor

“el movimiento de los músculos como energía mecánica y la obtención de energía a partir de los alimentos” para la ley de la transformación de la energía.

Es por esto que pedirles a los alumnos que encuentren ejemplos de estas leyes y lo presenten no es tan viable, es mejor que el docente encuentre ejemplos y los contextualice con los alumnos, o bien incluir para la lectura (anexo 3).

Durante la segunda hora de la primera sesión se compartió a los alumnos un video donde se demuestra una reacción química entre ácido sulfúrico y azúcar, se les pidió observarán y anotarán los detalles más relevantes.

El detalle que más llamó su atención fue la formación de la columna de carbono que se produce en la reacción química, así como el incremento repentino de la temperatura.

Posteriormente los alumnos observaron una serie de videos elaborados por el profesor, donde replicaba la demostración anterior, en el primero se intenta recrear la reacción química utilizando ácido clorhídrico y azúcar, además se registró la temperatura con un termómetro infrarrojo para medir la temperatura corporal, al final no se observó una columna de azúcar carbonizada.

De tal manera que se les pidió a los alumnos elaborar una hipótesis, la mayoría de ellos aseguraban que antes de verter el ácido clorhídrico ocurriría la misma reacción que ocurre entre ácido sulfúrico y azúcar, pero al ver que no ocurrió, ellos entraron en conflicto

cognitivo, rápidamente dedujeron que la reacción que se estaba efectuando era de síntesis o de tipo endergónica, esto debido a la fluctuación de temperatura registrada por el termómetro.

En este punto se hizo una intervención, se aclaró que durante el desarrollo de la demostración hubo un error procedimental, el instrumento empleado para medir la temperatura no era el adecuado, por lo que se debió de usar un termómetro de tipo analítico para observar mejor el comportamiento de la reacción, acto seguido se les encomendó a los alumnos buscarán otra posible explicación o error, uno de ellos comentó un punto acertado, indicó que el ácido empleado fue clorhídrico en lugar de sulfúrico, acto seguido se retroalimentó la idea con uno de los párrafos de la lectura donde se ejemplifica que para que una reacción química se lleve a cabo dependemos de la naturaleza de los reactivos, para obtener los productos esperados.

Se les preguntó a los alumnos cómo podían mejorar el experimento para lograr la reacción química esperada y la respuesta que dieron fue: cambiar de ácido o agregar una mayor o menor cantidad de azúcar.

En el segundo video se cambia el ácido clorhídrico por ácido sulfúrico (ácido para baterías) se les preguntó a los alumnos si ocurrirá la reacción, la hipótesis que plantearon ellos fue: que en efecto la reacción química que esperábamos en el video inicial sí ocurrirá debido a que se emplea el ácido adecuado, sin embargo, la reacción química no ocurrió, sólo un cambio ligero en la coloración del azúcar, a lo que los alumnos comentaron:

“Quizás la reacción no ocurre porque el ácido no es ácido para baterías”

“Sí pesamos cantidades de azúcar y ácido, porque en el video se ve mucho ácido para poca azúcar”

“No sería mejor calentar la mezcla para acelerar la reacción”

En la segunda parte del video se plantea cambiar la proporción entre ácido y ahora con el doble de azúcar, pero en este caso tampoco ocurrió la reacción, se les presentó a los alumnos el cambio que tuvieron ambos tratamientos después de 24 horas y se observó que en la superficie se formó una melaza, por lo que se les preguntó a los alumnos “¿Qué será la melaza que se forma?”, uno de ellos describe que eso que se obtuvo es similar a lo que se obtiene

cuando se quema y se carameliza; Dicha participación se retroalimenta con el dato de que las azúcares, pertenecen a los carbohidratos y que dentro de esas moléculas de carbono se puede formar fácilmente agua porque se está llevando a cabo una reacción por deshidratación.

En el tercer video se propuso cambiar el azúcar comercial por azúcar refinada, esto es debido a que el azúcar refinada se parece más al azúcar de grado analítico que se emplea en el laboratorio, los alumnos argumentaron que ahora sí ocurriría la reacción química esperada, pero cuando se adicionó el ácido tampoco ocurrió nada, uno de los alumnos en ese momento comentó que el problema se debía al ácido, el ácido empleado no proviene de laboratorio, y tendría algo distinto a el ácido que se emplea para las baterías.

En la segunda parte del video se cambió la botella de ácido por uno comercial, de igual manera se agregó el azúcar, pero no ocurrió la reacción esperada, dentro del video se hizo la observación de que las botellas que venden de ácido para baterías, no contienen ácido puro, ya que es una mezcla de ácido y agua desmineralizada, por lo que la melaza se debe en parte a el ácido y quizás no tanto a el azúcar, para que ocurra la reacción química esperada se necesita ácido al 98% de pureza.

La serie de videos tuvo la finalidad de que los alumnos entraran en conflicto cognitivo, constatar si podían plantear hipótesis, y de analizar e interpretar los fenómenos, habilidad que lograron mediante sus participaciones, para cerrar esta serie de videos el docente retroalimenta con la idea de que existe el estereotipo de que los científicos y los experimentos que plantean tienen éxito al primer intento, cosa que no es verdad, en la ciencia valen lo mismo los errores que los aciertos ya que estos permiten profundizar y proponer alternativas que expliquen mejor algún fenómeno.

La finalidad que buscaba este experimento era explorar una reacción exérgica, sin embargo, no hay que descartarlo debido a que puede ayudar a los alumnos a comprender lo que es la capacidad calorífica del agua, comprender el concepto de caloría, e incluso la síntesis por deshidratación, conceptos muy empleados en bioquímica para comprender el metabolismo.



## Reporte de laboratorio Sesión 1

El reporte de laboratorio para esta sesión se aplicó únicamente en alumnos de CCH Oriente (grupo piloto), se les pidió a los alumnos que entregaran por equipo un reporte de laboratorio correspondiente a los videos anteriormente proyectados, el cual fue valorado mediante una rúbrica.

Dentro del reporte los equipos fueron capaces de reconocer el propósito del experimento y plantear objetivos acordes y alcanzables (imagen 6). Dentro de los objetivos generales colocan ideas como:

- Identificar el tipo de reacción que ocurre entre ácido sulfúrico y sacarosa
- Observar la reacción exergónica al mezclar ácido sulfúrico y azúcar
- Observar la reacción de deshidratación entre ácido sulfúrico y azúcar.
- Comprender la interacción entre la materia y la energía mediante la recreación de una reacción exergónica.

Dentro de los objetivos particulares, solo uno de los equipos tuvo problemas para plasmarlos, debido a que colocaron ideas con falta precisión como:

- lograr un cambio de color y temperatura en la solución
- obtener carbono como producto

Los demás equipos logran plasmar objetivos particulares como:

- Observar los cambios físicos que se presentan al poner en contacto dos compuestos
- Distinguir los productos de una reacción química
- Reconocer la importancia que tiene la naturaleza y concentración de los reactivos para que se lleve a cabo una reacción

### **Objetivos**

**General:** Observar el proceso de deshidratación de la sacarosa al añadirle ácido muriático (clorhídrico) y sulfúrico (presentado en ácido para baterías) y observar el tipo de reacción química que se lleva a cabo.

### **Específicos:**

-Comparar los resultados cuando se hace reaccionar la sacarosa y el ácido sulfúrico con los resultados de la reacción de la sacarosa con el ácido clorhídrico

-Demostrar que el producto de las reacciones químicas depende de la calidad de los reactivos..

**Imagen 6.** Captura de pantalla donde los alumnos son capaces de plasmar un objetivo general y dos objetivos particulares acorde a los experimentos mostrados en los videos.

Se observó que todos los alumnos necesitan mejorar la estructura y redacción de una hipótesis, tres de los cinco equipos plasman ideas que carecen de estructura y precisión, la manera en la que están redactados es a manera de afirmación (imagen 7); mientras que dos equipos redactaron hipótesis muy extensas (imagen 8) que se confunden con la metodología y el análisis de resultados, solo uno de los equipos (imagen 9 y 10) tiene la noción de lo que es una hipótesis y la redactó con cierta estructura.

### **HIPÓTESIS**

- Al agregar el ácido muriático al azúcar, comenzará a producirse una reacción química.
- La temperatura será superior a la de la ebullición del agua.
- La solución adoptará un color negro.
- Se liberarán una gran cantidad de gases.
- Como producto obtendremos carbón.

**Imagen 7.** Captura de pantalla donde un equipo redacta las hipótesis para cada uno de los videos, estas hipótesis suelen carecer de estructura y precisión.

## HIPÓTESIS

Lo esperado en el primer experimento en donde se deberá de mezclar azúcar con ácido sulfúrico es que como el azufre contiene un compuesto orgánico al interactuar con el azúcar haga que el poder deshidratante del ácido sulfúrico lo convierta en pequeñas partículas de carbono que se tendrán que mantener en reposo y así el azúcar cambie su textura y su color.

En el segundo experimento en donde se deberá mezclar el ácido muriático o ácido clorhídrico con azúcar se espera que ocurra una reacción exergónica y exotérmica ya que el ácido muriático es un ácido que en contacto con el aire, el gas forma vapores densos de color blanco debido a la condensación con la humedad atmosférica y reacciona con los carbonatos básicos liberando dióxido de carbono y agua, oxidándose en presencia de oxígeno y catalizador o por electrólisis o por medio de agentes oxidantes fuertes para producir cloro.

En el tercer y cuarto experimento se espera un mismo resultado que con el experimento uno ya que en los dos se mezcla el ácido sulfúrico con azúcar, a diferencia de que en uno debe de llevar azúcar morena y en el otro azúcar refinada y es que esperamos la carbonización del azúcar ya que el ácido sulfúrico reacciona con el azúcar o sacarosa quitándole todas las moléculas de agua, oxidando los átomos de carbono, es decir deshidratando el azúcar .

**Imagen 8.** Captura de pantalla donde un equipo redacta hipótesis muy extensas, se incluyen datos químicos que se podrían emplear en el apartado de análisis de resultados.

### *Hipótesis:*

Si al llevar a cabo la reacción violenta entre el ácido sulfúrico y la sacarosa, tendremos en reacción de deshidratación, y con ello la liberación de gases como el dióxido de carbono, dióxido de azufre y vapor agua, quedando al final de la reacción azúcar carbonizada, es decir que tomará una tonalidad diferente a la que inicialmente tiene.

**Imagen 9.** Captura de pantalla donde un equipo plasma una hipótesis muy general para todo el experimento, con buena estructura, aunque se les pidió que redactarán una hipótesis para cada uno de los experimentos de los tres videos.

## Hipótesis

En el intento 1 creemos que ocurrirá una reacción violenta, ya que se ocupó ácido muriático o mejor conocido como clorhídrico, esto debido a que es un compuesto tóxico, corrosivo, de olor picante y sofocante, es un ácido fuerte y tiene un pH inferior a 1.

En el intento 2 creemos que si iba a haber una reacción mucho más violenta que la anterior, ya que es el mismo ácido que se ocupó en el modelo a seguir, el ácido sulfúrico es más fuerte que ácido clorhídrico y esto se puede ver en que el pH del ácido sulfúrico es un poco mayor y en algunos casos puede ser 0.

En el intento 3 al cambiar tanto el ácido sulfúrico y el azúcar que se ocupa era mucho más probable que se obtuviera el resultado deseado.

**Imagen 10.** Captura de pantalla donde un equipo logra identificar las hipótesis principales del experimento, aunque falta precisar de manera técnica algunos aspectos, por ejemplo: en la primera hipótesis en lugar de agregar las características del ácido muriático, únicamente bastaría con decir un pH inferior a 1, en la segunda hipótesis bastaría con mencionar que se emplea el ácido adecuado (sulfúrico) y que su pH tiene mayor acidez que el ácido muriático.

El segundo rubro donde los alumnos tienen que mejorar es en el análisis de resultados e interpretación. Todos los equipos describen el resultado de manera adecuada, pero son incapaces de profundizar en la información, es decir, no retoman los datos del marco teórico para hacer un análisis crítico o una posible explicación del por qué el azúcar se torna color oscuro, o definir por que aun cambiando de ácido o azúcar el experimento no ocurre.

En el segundo intento usando ácido sulfúrico (ácido para baterías), al momento el azúcar se oscureció como si solo le hubiéramos añadido agua, la temperatura aumentó levemente y muy lentamente para luego disminuir, al cambiar las cantidades, el azúcar se volvió más denso, y con un color aún más oscuro, con una **textura similar a la miel**, pero no obtuvimos **ningún cambio muy notorio**. A pesar de que esta vez el ácido era muy similar al que se necesitaba, este tenía otros componentes y una fecha de caducidad pasada, lo que daba como resultado una reacción mínima del experimento.

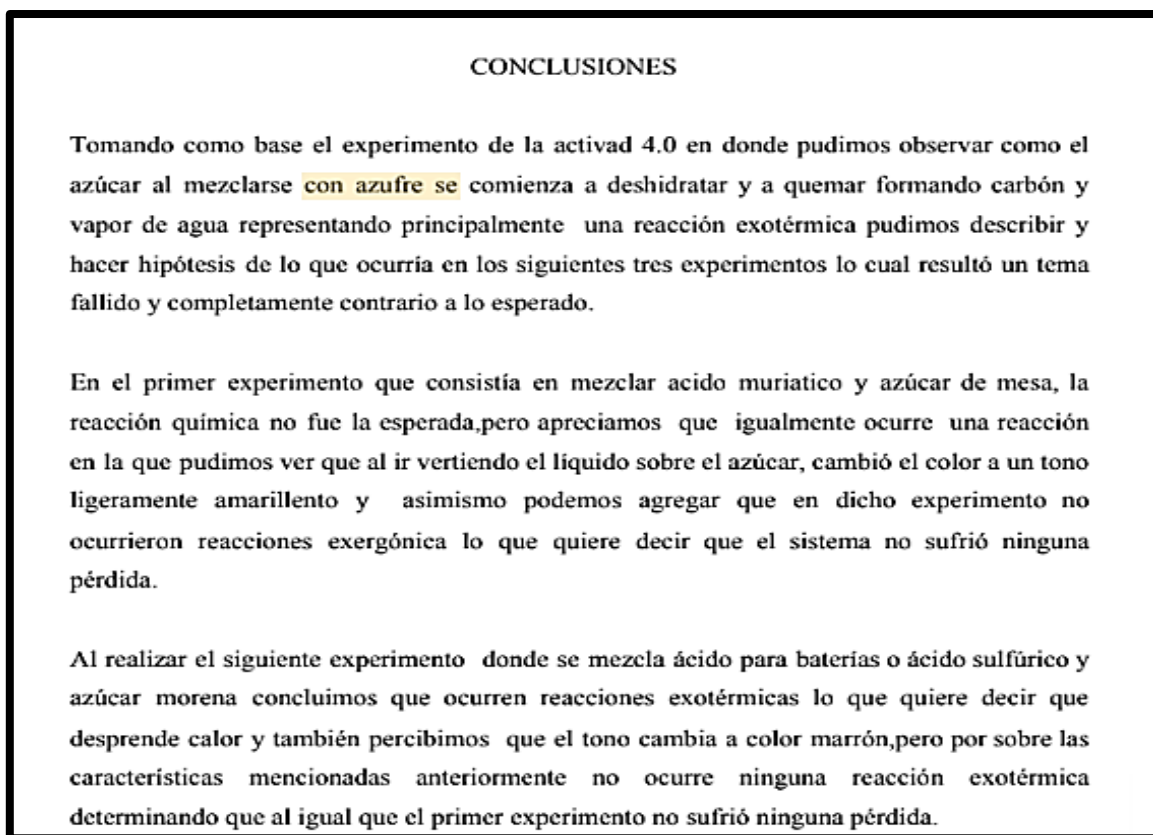


Bernardo Cruz  
23:40 1 oct. Resolver

¿A que se debe la textura similar a la miel?

**Imagen 11.** Captura de pantalla donde los equipos plasman los resultados, pero no son capaces de profundizar en el fenómeno a través de la información que se encuentra en el marco teórico.

En la sección de conclusiones dos de los cinco equipos la confunden con resultados (imagen 12) o incluso intentan hacer un análisis de los mismos, mientras que los otros tres equipos tienen una idea general que explica y resume el porqué de lo obtenido en los cuatro videos a manera de conclusión (imagen 13).



**Imagen 12.** Captura de pantalla donde un equipo plasma una conclusión a manera de resultados

### **Conclusiones.**

A partir del análisis de los resultados y de lo visto en el mismo, hemos llegado a la conclusión de que nuestra hipótesis no fue acertada, teníamos en mente que ocurriría una reacción violenta de deshidratación de la sacarosa, sin embargo, al llevar a cabo los experimentos nos dimos cuenta que fue todo lo contrario, no ocurrió una reacción violenta esperada, sino que las reacciones vistas fueron difícilmente notorias, los cambios en la temperatura fueron casi nulos y la carbonización del azúcar fue tardada. Atribuimos estos resultados inesperados a la naturaleza de los materiales, en ambos casos, se puede decir que la pureza de los ácidos no era la correcta para llevar a cabo una reacción de deshidratación notoria, situaciones como el ácido sulfúrico diluido con agua desmineralizada y que ácido muriático llevaba un tiempo empacado, impidieron que se produjeran los resultados esperados. Finalmente, se puede decir que las reacciones químicas pueden ocurrir (y ocurren) de forma natural todo el tiempo, pero la intensidad y la violencia con la que estas se producen, dependen de la calidad y pureza de los reactivos.

**Imagen 13.** Captura de pantalla donde un equipo plasma la idea general de lo ocurrido y en el último párrafo logra concluir de manera adecuada

## **V de Gowin Sesión 1**

Dentro de la V de Gowin los alumnos son capaces de reconocer el objetivo o el propósito del experimento, colocan ideas como: observar una reacción exergónica, demostrar una reacción exergónica, identificar una reacción exergónica y sus características; Sí bien la mayoría de los equipos tiene la idea central, el 36% de ellos (4 de 11) fue capaz de plantearlo de una manera más específica quedando de la siguiente manera:

“Replicar o demostrar una reacción exergónica entre ácido sulfúrico y sacarosa”.

Las preguntas que se colocan de lado izquierdo de la V y que corresponden al marco teórico son las siguientes:

1. ¿Cuál es la relación que existe entre reacción química y seres vivos?
2. ¿De qué factores depende una reacción química?
3. Establezca una relación entre las siguientes palabras: exergónico, endergónico, exógeno, endógeno, anabolismo y catabolismo
4. ¿Qué tipo de reacción ocurre entre ácido sulfúrico y azúcar?

5. ¿Qué es una caloría?
6. ¿Qué es un carbohidrato y de que está compuesto?

De manera general los alumnos *contestan* las preguntas de acuerdo a lo que se les pide, son capaces de responder cuando una reacción química se lleva a cabo dentro de una célula o un ser vivo ocurre el proceso de metabolismo y que las reacciones químicas pueden ocurrir de manera independiente a los seres vivos.

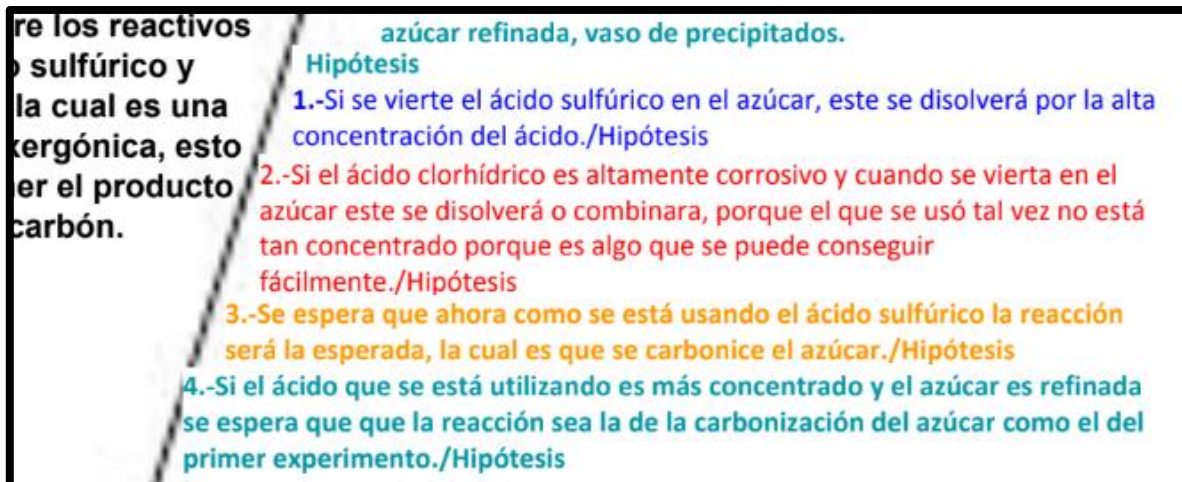
Entre los factores que depende una reacción química, los alumnos son capaces de dar múltiples ejemplos tales como: la cantidad de reactivos, la calidad, concentración o pureza de los reactivos, el pH, presión, volumen, temperatura etc.

En donde se les pide a los alumnos establezcan la relación entre palabras el 81 % (9 de los 11) equipos no es capaz de relacionar el concepto exógeno y endógeno con los demás conceptos puesto que ni siquiera los mencionan Al momento de hacer la relación, sin embargo, todos los equipos relacionan de manera adecuada los conceptos como catabólico - exergónico y anabólico-endergónico.

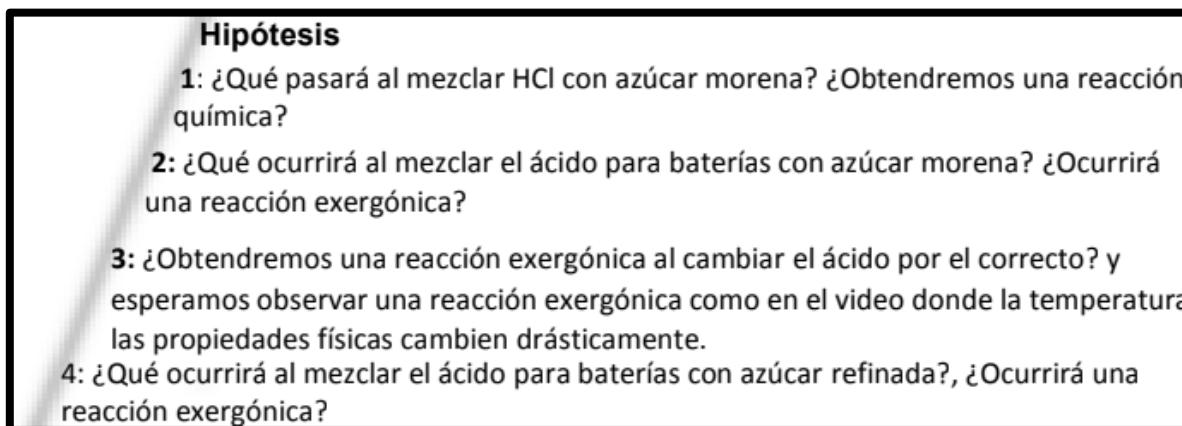
Todos los equipos sin excepción, determinan que la reacción que ocurre entre ácido sulfúrico y azúcar es exergónica, y utilizan sin excepción esta idea a manera de conclusión, adicionalmente definen de manera adecuada una caloría.

Sin embargo, no reconocen o no relacionan que durante los videos se usó ácido sulfúrico diluido con agua, por lo que se esperaba que redactarán ideas como: la reacción no ocurrió porque el ácido empleado era una disolución de agua y para elevar 1°C un gramo de agua se necesita una gran cantidad de energía, esta idea se comentó durante la retroalimentación de la V de Gowin en las sesiones por videoconferencia; por último los alumnos definen que un carbohidrato o azúcar está conformado por carbono, y que como resultado de la reacción se debería obtener carbono como producto.

En cuanto a las hipótesis, los alumnos ya no comenten el error de redactarlas como metodología, objetivos o como parte de los resultados en esta ocasión 63% (7 de 11) las redacta como posibles respuestas (imagen 14), 27% (3 de 11 equipos) las redacta como afirmaciones a las que les falta estructura, y 9% (1 de 11) como interrogantes (imagen 15).



**Imagen 14.** Captura de pantalla donde un redacta las hipótesis



**Imagen 15.** captura de pantalla donde un equipo plasma las hipótesis a manera de interrogantes en lugar de posibles respuestas.

El 72% (8 de 11) de los equipos establece un resultado y análisis muy general, sin embargo a pesar de eso, los alumnos se aventuran a realizar un análisis, retomando la información del marco teórico y estableciendo que la serie de experimentos compartidos en los videos no resultó debido la calidad y cantidad de los reactivos; En esta ocasión los alumnos tienen la iniciativa de analizar sus resultados porque dentro de la V se les indicó que los resultados atienden a la pregunta “¿Qué ocurrió?” (para obtener el resultado) y en el análisis se le pide que encuentre el detalle de lo ocurrido o “¿Dónde se encuentra el error?” (imagen16).



**Resultados ¿Qué ocurrió? / análisis ¿Dónde estuvo el error?**

Los experimentos no salieron como se esperaba, ya que hay varios factores que influyeron en que estas reacciones químicas no se llevarán a cabo, tales como: La cantidad de sustancias, no fueron las mismas sustancias.

El error específicamente se encontró en el Ácido, donde en varias ocasiones este se tuvo que cambiar, y pese a esto no se logró obtener el producto esperado y en las cantidades. Ya que durante el experimento pudimos observar que si no se usan las sustancias específicas y las cantidades, la reacción no se efectuará y no dará el producto. Sin embargo hay otras cosas que hacen que nuestra reacción química no de el producto esperado

**Imagen 16.** Captura de pantalla donde uno de los equipos hace el análisis del resultado a partir de las preguntas de apoyo ¿Qué ocurrió? y ¿Dónde estuvo el error?

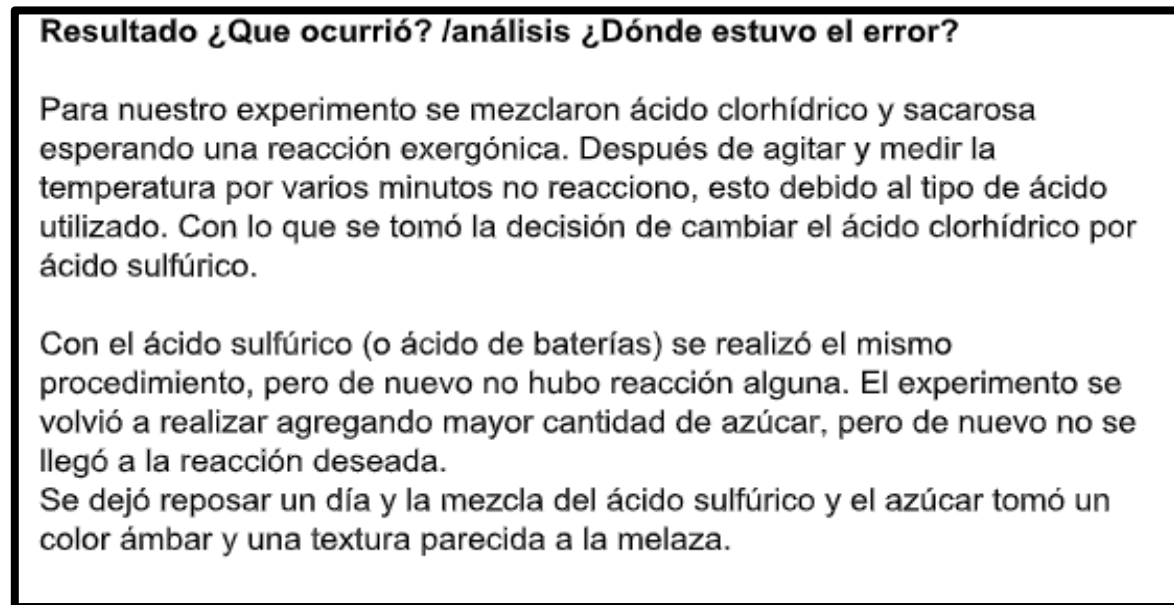
De los equipos, 18% (2 de 11) hace un análisis profundo y exhaustivo de cada uno de los videos donde integran argumentos críticos (imagen 17). Estos equipos integran que el cambio de coloración en el azúcar se debe a que se deshidrata por efecto de la reacción hasta convertirse en carbono, en cuanto a lo que pasa en el primer video, explican que la reacción no se lleva a cabo debido a la composición de ácido clorhídrico y que no fue posible registrar la temperatura adecuada, en el segundo video afirman que a pesar de que se usó el ácido correcto, el error radica en la composición del azúcar y que la melaza que se obtiene, se debe a el agua presente en el azúcar, y en el cuarto experimento explican que el error ocurre porque el ácido es una disolución.

**Resultados ¿Qué ocurrió? / análisis ¿Dónde estuvo el error?**

1. Al poner la quinta parte de azúcar al vaso de precipitado junto con el ácido sulfúrico con una concentración del 98% pudimos apreciar una reacción química, este ácido sulfúrico deshidrata la azúcar convirtiéndola en pequeñas partículas de carbono por eso se ve con una coloración marrón y está reacción química es exergónica ya que se alcanza a percibir que empieza a generar calor.
2. Al mezclar Acido clorhídrico con la azúcar morena se observó una leve variación en la temperatura y en la parte de arriba de la mezcla un color grisáceo por lo que podemos decir que si se estaba formando una reacción química, no se logró observar una reacción tan apantallante como en el video. Debido a que se utilizó otro tipo de ácido (Ácido clorhídrico) en vez del sulfúrico y la cantidad de azúcar que en el video se alcanza a apreciar una cantidad mínima y más cantidad de ácido que de azúcar.
3. Bajo el mismo procedimiento, se agregó ácido sulfúrico al recipiente con azúcar morena, sin embargo a pesar de que se presenciaron leves cambios de temperatura aún no se conseguía la reacción exergónica que se esperaba. El error estuvo en el tipo de azúcar que empleamos ya que la azúcar morena tiene más cantidad de agua por lo cual no nos salía este experimento.
4. Al mezclar el ácido para baterías y la azúcar refinada, obtuvimos una reacción química, no era la que esperábamos, obtuvimos cambios de temperatura más no podemos afirmar con claridad si era una reacción química exergónica. El error estuvo en que el ácido de baterías no indica la cantidad de ácido que contiene por lo cual creemos que estaba diluido, en el video original utilizaron un ácido sulfúrico con un 98% de concentración por lo cual decimos que este experimento no funcionó.

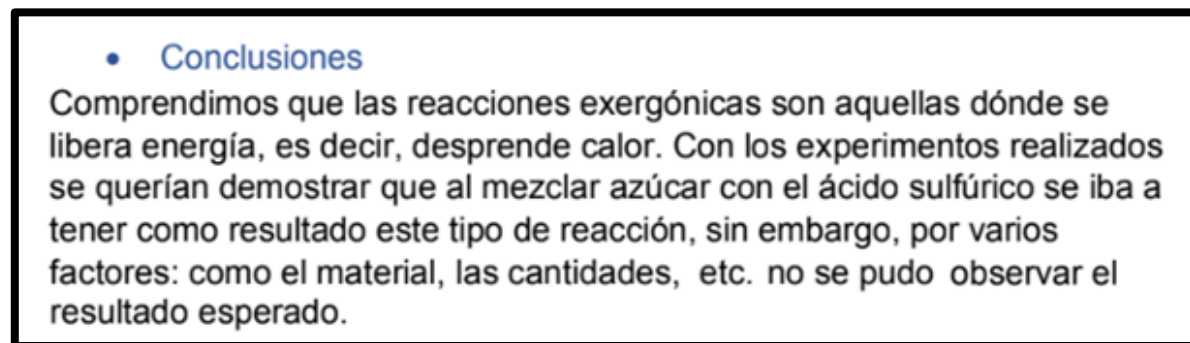
**Imagen 17** donde uno de los equipos hace un análisis profundo y detallado de cada uno de los videos mostrados en la sesión.

Por otra parte 9% (1 de 11) de los equipos confunde los resultados con la redacción de una metodología (imagen 18)



**Imagen 18.** Captura de pantalla donde uno de los equipos hace un análisis poco profundo, se centran más en los pasos a describir que explicar detalladamente el fenómeno.

Todos los alumnos concluyen que las reacciones exergónicas son aquellas que son violentas o que desprenden calor, y que en los experimentos no se obtuvo el resultado adecuado debido a la naturaleza y calidad de los reactivos.



**Imagen 19.** Captura de pantalla en la que uno de los equipos concluye con la idea en común o similar a la que tuvieron todos los equipos.

### **Pregunta ¿Cómo plantearías un experimento para comprobar una reacción exergónica y una endergónica?**

Para esta pregunta, la mayoría de alumnos, (alrededor del 45%) propone un experimento donde lo que se demuestra es un cambio de estado, al hervir o descongelar agua, siendo propuesta más común (imagen 20); el resto de los alumnos investigaron experimentos por su cuenta (30%), entre los experimentos que mencionan se encuentran propuestas como: mezclar yoduro de potasio con agua oxigenada, mezclar mentas con refresco de cola, mezclar hidróxido de aluminio con litio y alcohol, mezclar agua oxigenada y yoduro de potasio, mezclar vinagre y bicarbonato, quemar algún objeto como reacción de combustión, hacer la electrolisis del agua (imagen 21).

Otro porcentaje de alumnos, 5% proponen hacer o realizar ejercicio para comprobar una reacción exergónica (imagen 22), este tipo de participación demuestra que los alumnos fueron capaces de ligar el contenido temático con un proceso metabólico. Otros alumnos (15%) proponen revisar reacciones que están ligadas a sus vidas cotidianas como preparar alimentos en una cocina (imagen 23) o analizar por qué algunos productos de limpieza liberan gases tóxicos (imagen 24). Uno de los alumnos propone una demostración que no corresponde a una reacción química si no a una demostración de trabajo mediante energía eléctrica haciendo trabajo con un motor eléctrico.

Experimento endergónica : el experimento consiste en observar como unos hielos se van derritiendo gracias a que absorben el calor del ambiente

Mi propuesta de experimento de para una reacción EXORGÓNICA seria hervir agua ya que desprendería energía en forma de calor.

**Imagen 20.** Captura de pantalla donde uno de los alumnos propone como reacción química un cambio de estado, cuando reacciones químicas y cambios de estado son cosas distintas.

Reacción endergónica. La electrólisis de agua para separar el oxígeno e hidrógeno es necesaria energía eléctrica. En un recipiente de plástico es necesario perforarlo por la parte de abajo para posteriormente unir alambre de cobre con una pila de 9 v y llenarlo de agua, colocar dos tubos de ensayo con la misma cantidad de agua y finalmente unir la pila al alambre.

**Imagen 21.** Captura de pantalla donde el alumno como reacción química propone la electrolisis del agua.

Tarea calificada (Ver historial)

En el caso del experimento de una reacción ENDERGÓNICA, sería gastar que nosotros mismos realizáramos actividades físicas para comprobar que al terminar dichas actividades nos sentiremos agotados ya que se compromete el consumo de energía.

**Imagen 22.** Captura de pantalla donde el alumno dentro de su propuesta relaciona las reacciones químicas con el metabolismo y el consumo energético que este implica.

Tarea entregada (Ver historial)

Cuando se realizan unos hot cakes al hacer la consistencia del mezclado de leche, harina, huevo no se aprovecha todo la energía pero en el momento de que entra en calor hay un cambio en la mezcla que hace que haya una mejor cantidad de calorías y energía que sería el producto.

**Imagen 23.** Captura de pantalla en la que como reacción química el alumno propone elaborar un alimento, argumentando que cuando hay un cambio de textura al cocinarlo ocurre la reacción química.

Tarea entregada (Ver historial)

Yo considero que sería un buen ejemplo la reacción de una base y un ácido (sosa y ácido muriático) que se usan en la limpieza del hogar y al combinarlos generan gas, calor y agua y una sal, lo cual también nos ayuda a saber que no es bueno combinar cualquier producto de limpieza sin saber que pasaría, pues nos podemos dopar y quemar.

**Imagen 24.** Captura de pantalla donde el alumno establece que se puede comprobar una reacción química empleando productos de limpieza en el hogar, el alumno utiliza el termino “dopar” como un termino coloquial para referirse quizás a intoxicar.

Un motor eléctrico elaborado con una batería alcalina, un alambre de cobre y un imán.

Donde la batería transmitirá su energía para mover el alambre de cobre que estará conectado al imán y a la batería.

**Imagen 25.** Captura de pantalla donde el alumno propone un experimento que más que definir una reacción química definiría el concepto de trabajo

## Sesión II

Antes de iniciar la sesión se les pidió a los alumnos investigar en la web “¿Qué es un combustible?” y “¿de qué está conformado?”; mediante esas dos preguntas los alumnos respondieron que un combustible es materia a partir de la cual se puede extraer energía; y con la segunda pregunta, los alumnos pueden corroborar que la mayoría de combustibles contienen carbono.

Posteriormente, se les preguntó a los alumnos si era posible obtener carbono del azúcar mediante otro tipo de reacción química, que no fuera necesariamente mediante la adición de ácido ellos llegaron a la propuesta de la combustión.

Para iniciar la sesión los alumnos contestaron las siguientes preguntas:

**¿Cómo plantearías un experimento para demostrar que los seres vivos necesitamos carbono?**

El 20% propuso quemar un trozo de pan hasta convertirlo en carbón puesto que el pan es un alimento rico en carbohidratos (imagen 26), 4% de los alumnos propuso que en lugar de quemar pan, quemar un trozo de tortilla, hasta hacerla carbón, un alumno propone quemar cualquier alimento, puesto que en la cocina cualquier alimento que se quema se carboniza (imagen 27).

El 10% de los alumnos propusieron la implementación de dietas donde se le prive a un ser vivo del elemento carbono y observar lo que provoca (imagen 28); el 6% de los alumnos sugirió hacer un análisis químico de los alimentos (imagen 29), 4% de los alumnos argumentó que se podría medir la recuperación después de hacer actividad física con carbohidratos (imagen 30). 12% propusieron observar células en el microscopio con carbono para ver como interactúan con él, 12% propusieron hacer un experimento de fotosíntesis donde se observe cómo el dióxido de carbono es fundamental para la planta (imagen 31), 4% propuso colocar un huevo en vinagre y analizar los carbonatos presentes en el cascaron, 4% pensó en realizar un experimento con bicarbonato, vinagre, una botella y un globo para capturar el gas dióxido de carbono, 2% de los alumnos proponen el experimento de combustión el cual consiste en apagar las velas con un frasco y observar como el líquido a los pies de la vela llena el frasco (imagen 32).

Podríamos comprobarlo a través de un experimento que consiste en quemar un trozo de pan y al momento que este se quema podemos observar que el pan esta hecho de carbón. El pan es considerado un carbohidrato que es el primer grupo de las biomoléculas orgánicas que esta constituido por Carbono, Hidrogeno y Oxigeno al igual es el principal combustible para el ser humano .

**Imagen 26.** Captura de pantalla donde el alumno propone incinerar un trozo de pan, con la finalidad de comprobar que este alimento pertenece a las biomoléculas denominadas carbohidratos.

Pues se podría realizar con algo tan simple como cualquier alimento y algo de fugo (en este caso la estufa y un sartén), pues al observar que los dejamos en la lumbre y comiencen a cambiar a un tono negro, podemos darnos cuenta que la mayoría, por no decir todos, los alimentos contienen carbono que es uno de los elementos más comunes en los seres vivos, pues según mi suposición, es a partir de lo que comemos de donde obtenemos el carbono.

**Imagen 27.** Captura de pantalla donde el alumno es más general y establece que todos los seres vivos estamos conformados por carbono y que lo obtenemos a partir de los alimentos.

Podríamos comparar a dos individuos, uno que tenga una dieta regulada, no excesiva en carbono y a otro con una deficiencia de consumo de carbono aunque creo que no sería la mejor manera ya que no sabemos las repercusiones y tampoco sabemos como es que esto nos puede beneficiar o afectar

**Imagen 28.** Captura de pantalla donde el alumno establece que la mejor manera de comprobar que los seres vivos necesitamos carbono es comparando una dieta normal contra una dieta en la cual se priva del elemento.

viendo las etiquetas de los alimentos para corroborar que componentes tienen y ya después investigar las fórmulas químicas para saber que elementos tienen y ver si tiene carbono.  
este nos sirve como combustible para realizar actividades

**Imagen 29.** Captura de pantalla donde el alumno propone hacer un análisis a partir de las etiquetas de los alimentos, además reconoce que los alimentos proporcionan energía al compararlos con un combustible

Después de que se hace ejercicio los músculos del cuerpo necesitan proteínas e hidratos de carbono para reponer la energía ya que durante el ejercicio el cuerpo estuvo en un proceso catabólico, y si se logra dar los alimentos necesarios que tengan lo que al cuerpo le viene bien, como los hidratos de carbono la recuperación de los músculos será mucho mejor a que no se le de alimentos y se podrá volver a realizar el ejercicio en un tiempo menos largo.

**Imagen 30.** Captura de pantalla donde el alumno propone el consumo de ciertos alimentos después de una actividad física, en esta redacción emplea de manera correcta el término catabolismo



Yo como ejemplo de que se necesita sería en la fotosíntesis debido a que para que se lleve a cabo se necesita dióxido de carbono y agua pero lo importante es el dióxido de carbono que es en la parte de los reactivos y como resultado en la parte de los productos se forma la glucosa y oxígeno y pues en la glucosa se localiza el carbono que es fundamental para la fotosíntesis.

**Imagen 31.** Captura de pantalla donde el alumno propone un experimento de fotosíntesis, reconociéndola como un proceso metabólico al emplear términos como reactivos y productos.

Mi propuesta, es sobre el experimento del la vela y el agua. Utilizaremos 2 velas. Colocaremos una vela en un plato cada una y después, se vierte una taza de agua en cada plato. Posteriormente se encienden las velas. Sobre una de las velas, se coloca el vaso volteado, cubriéndola asegurandonos de que la boca del vaso quede bien asentada en el plato. La llamaremos vela 1. Y la otra vela se deja descubierta; la llamaremos vela 2. Pasados 5 minutos. Observaremos y anotaremos lo que ocurre.

**Imagen 32.** Captura de pantalla donde el alumno propone un experimento el cual está relacionado con la disminución de la presión ocasionada por la vela al consumir el oxígeno mediante la combustión en lugar de comprobar si los seres vivos necesitan carbono como fuente de alimento y energía.

Durante la primera hora de la segunda sesión se les presentó un video a los alumnos, en el cual, mediante la flama de un soplete, se flameó azúcar de mesa, aceite de cocina y trozos de pescado deshidratado, registrando el tiempo que le llevaba a la flama carbonizar cada una de las muestras; La finalidad del video fue que los alumnos plantearán una hipótesis, reconocieran que las biomoléculas como carbohidratos, lípidos y proteínas están conformadas de carbono.

Al inicio de la proyección del video se establecieron los materiales a flamear, en este punto se les pidió a los alumnos proponer hipótesis. Uno de los alumnos dijo “ yo tengo la idea de que pasa lo mismo que en la cocina, el azúcar se va a carbonizar, el aceite va a burbujear y el pescado se quema o cose por estar seco”.

En esta participación el alumno claramente es capaz de relacionar un fenómeno que ocurre en su vida cotidiana con el laboratorio; otros participantes mencionaron que el azúcar es la única en carbonizarse, que en el aceite no ocurrirán cambios y que el pescado se quemaría.

Después de ver el video se les pregunto a qué tipo de biomolécula pertenecen cada una de las muestras, los alumnos contestaron de manera acertada que el azúcar pertenece a los carbohidratos, el aceite a lípidos y el pescado a proteínas.

Por último, se les preguntó cuál de las biomoléculas tiene mayor energía, a lo que comentaron que el aceite, debido a que le tomó más tiempo carbonizarlo a la flama y que incluso tienen más energía por que llegó a un punto en el que se incendió.

Adicional, se les brindó a los alumnos una lectura acerca de biomoléculas (anexo 5), al comentarla en clases mediante preguntas dirigidas se notó que algunos alumnos tienen problemas para definir o ubicar los monómeros, así como definir en qué parte de las biomoléculas se almacena y libera energía; Para ellos donde se libera y almacena energía es: en las calorías, la célula o directamente en el ATP; por ello se les brindó retroalimentación, se les pidió que dentro de la lectura ubicaran la figura que corresponde a un rompecabezas, en donde se profundizó en la analogía de que monómero es a polímero como pieza a rompecabezas, dentro de estas preguntas también se analizó la relación que existe entre biomolécula, combustible y carbono, y las calorías.

## **Mapa mental sesión 2**

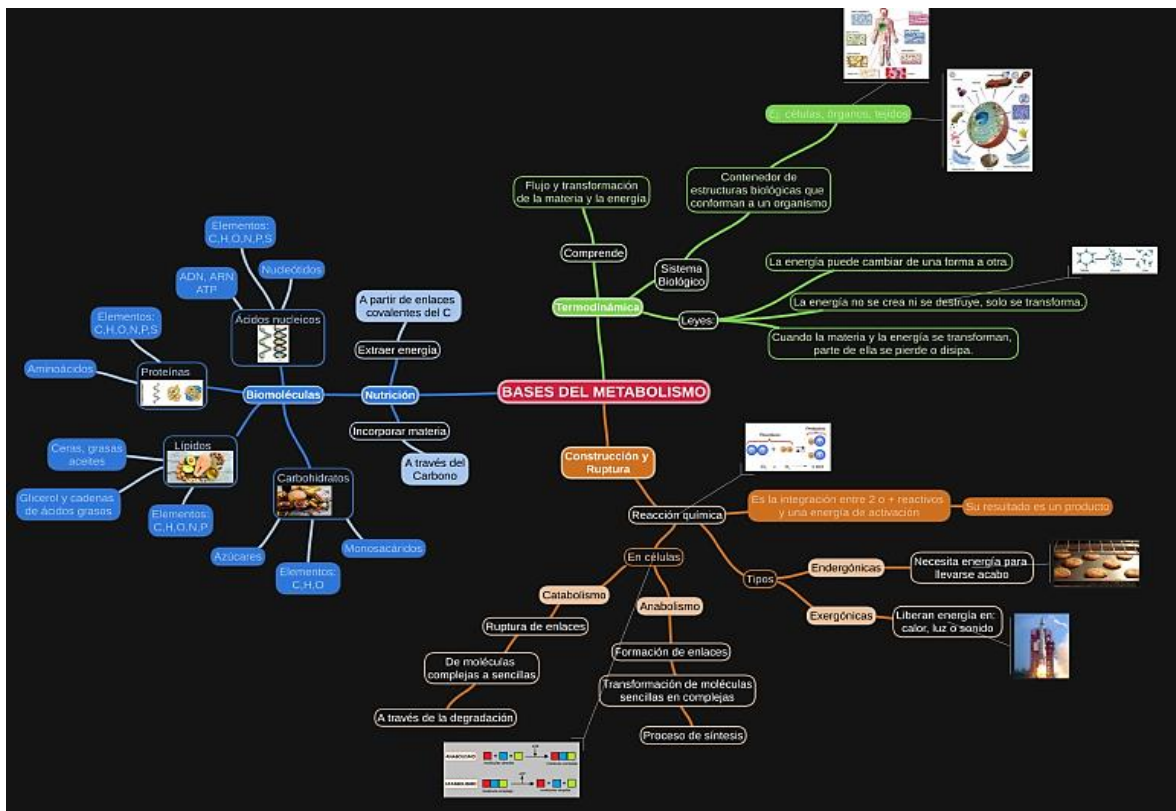
Durante la segunda hora de la segunda sesión, los alumnos elaboraron de manera individual un mapa mental a partir de las lecturas revisadas, se les dio la opción de elaborarlo con el uso de una aplicación o bien a mano y lo entregarán en fotografía o escaneado.

Para esta actividad, 67% de los alumnos presentó un mapa bien estructurado, con buena organización, orden y jerarquización de ideas, conceptos donde la información proporcionada en cantidad y calidad era la adecuada y el uso de imágenes fue acorde a la información (imagen 33 y 34); el 10% entregó un mapa donde se presenta una estructura y contenido, pero el mapa se podría mejorar si se desarrollaran o subdividieran algunas ramas principales en ramas secundarias; el resto, 13% entregó un mapa con exceso de información a manera de cuadros de texto o resumen, dentro de esta categoría estos mapas omitían imágenes alusivas a la temática (imagen 35).



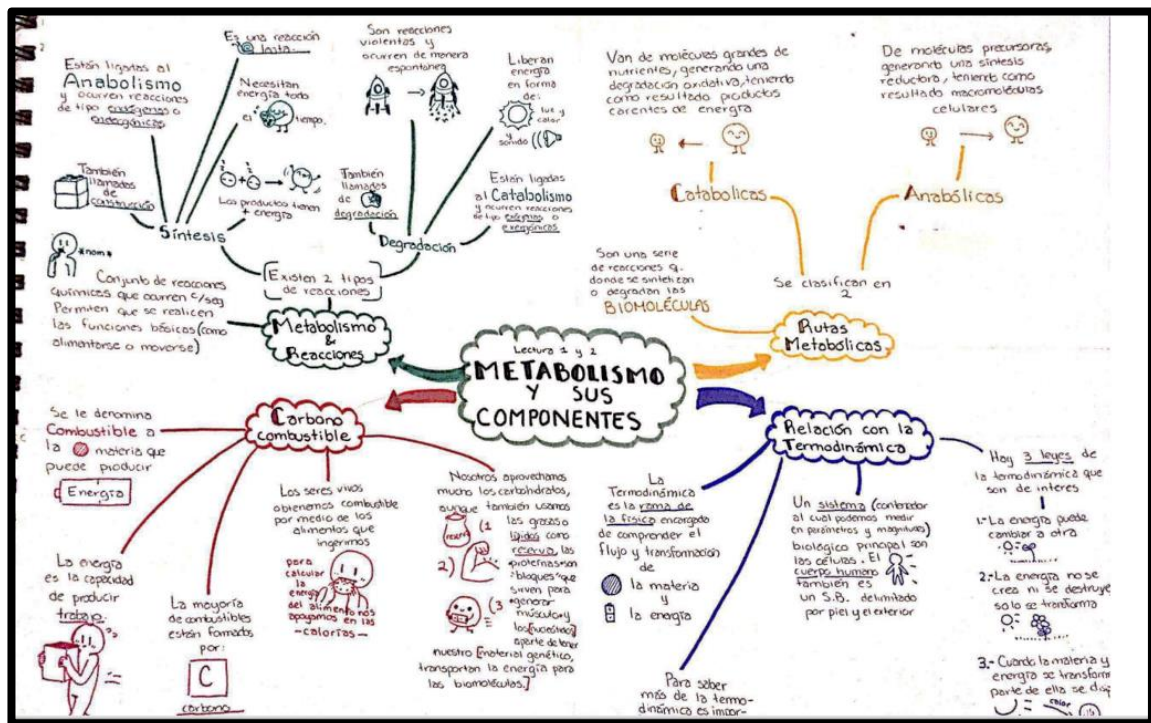
Un porcentaje menor, 10% presentaron mapas mentales con estructura orden, pero el mapa contiene exceso de ramas (imagen 36), algunas de las cuales se pueden simplificar al unir las lo cual hace que pierda un poco de jerarquía, además estos mapas no incluían imágenes alusivas a la información. 7% de los alumnos presentaron un mapa mental con una estructura muy básica, con cierto orden y jerarquía entre los conceptos, con las imágenes acordes a la información, podría profundizarse un poco más (imagen 37).

En cuanto a contenido temático del mapa el 38% de los alumnos no pudieron establecer una clara jerarquía entre monómeros y polímero, el resto sí logra establecer una relación clara entre monómeros, polímeros las biomoléculas y la nutrición; Dentro de estos mapas el 12% suelen confundir el termino polisacárido con polímero a manera de sinónimo, y tienen problemas para concebir al ATP dentro de la categoría de las biomoléculas como un nucleótido o bien suelen colocarla como una rama secundaria independiente del mapa. 4% de los alumnos confunden el término síntesis con degradación.

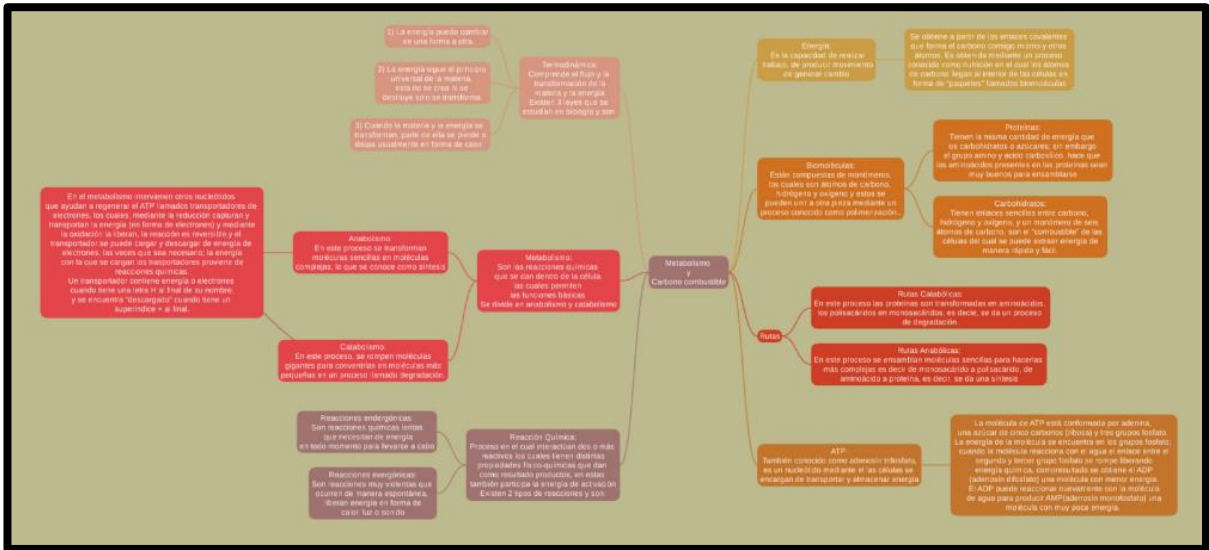


**Imagen 33.** Donde el alumno presenta un mapa mental elaborado mediante una aplicación, el mapa hace buen uso de organización de ideas palabras y jerarquías de conceptos, así como el uso adecuado de imágenes.

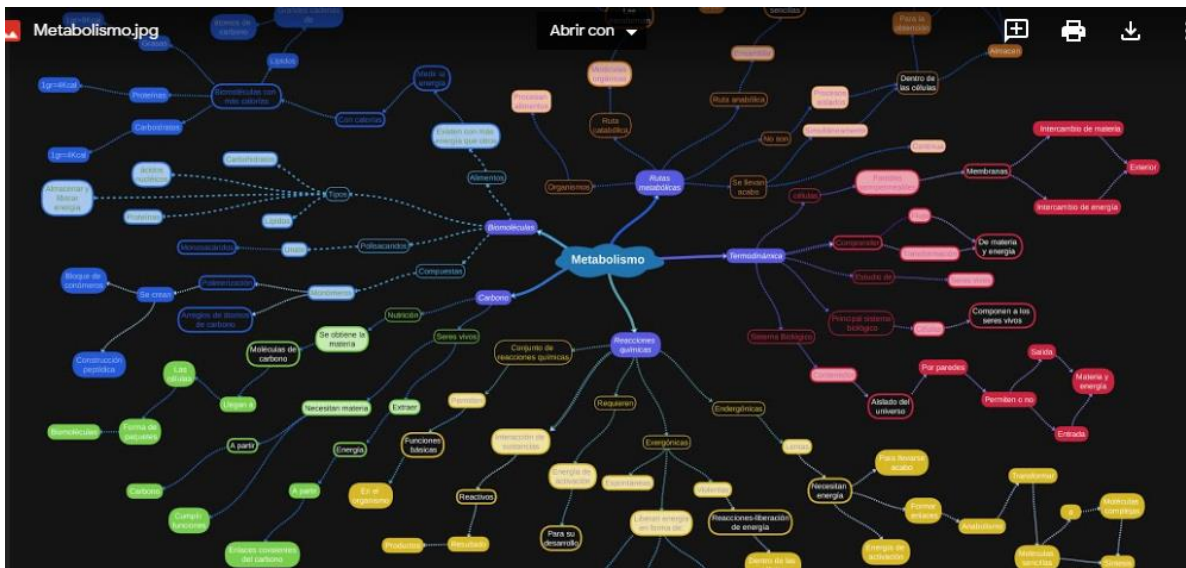
**Imagen 33.** Donde el alumno mediante una aplicación elabora un mapa mental bien estructurado, los conceptos o ideas entre las ramas presentan claridad orden y jerarquía y no existe un abuso o escases en la información proporcionada, además las imágenes empleadas van acorde a la información de las ramas



**Imagen 34.** Donde el alumno presenta un mapa mental elaborado de manera manual, en el mapa hace buen uso de organización de ideas palabras y jerarquías de conceptos, llama la atención que es un mapa que tiene creatividad, los dibujos que emplea son las propias “caricaturizaciones de los conceptos”.

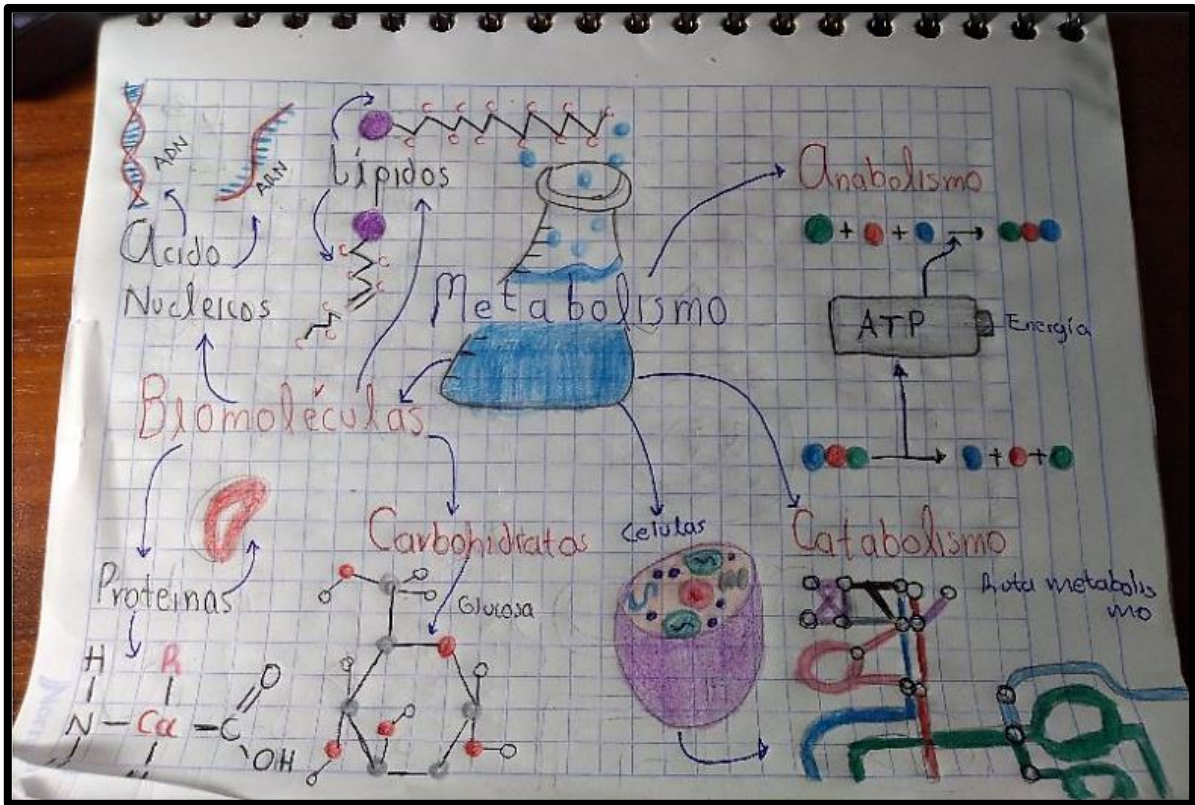


**Imagen 35.** Donde el alumno presenta un mapa con exceso de información empleando cuadros a manera de resumen y no agrega imágenes alusivas a la temática.



**Imagen 36.** Donde el alumno presenta un mapa con exceso de ramas, las cuales bien se pueden sintetizar y reorganizar.





**Imagen 37.** Donde el alumno presenta un mapa elaborado manualmente, existe jerarquía y buen dominio de las imágenes sin embargo algunas ramas se podrían ampliar en cuanto a contenidos.

## Reporte escrito sesión 2

Dentro del reporte escrito cuatro de los cinco equipos reconocen el objetivo central del experimento demostrativo (imagen 38), al redactar ideas como:

- Observar la reacción de combustión sobre azúcar, aceite y pescado deshidratado.
- Demostrar mediante una reacción de combustión que el pescado contiene proteínas, el aceite lípidos y el azúcar o sacarosa carbohidratos

En uno de los objetivos los alumnos colocaron reacción endérgica en lugar de combustión mientras que otro equipo plasmó objetivos muy generales que necesitan precisión como:

- Comprobar si los materiales tienen carbono mediante una reacción endérgica
- Reconocer cuando se lleva a cabo una combustión

Dentro de los objetivos particulares los alumnos redactaron ideas como:

- Demostrar mediante la combustión que los alimentos están conformados principalmente por carbono
- Identificar qué sustancia tiene más carbono a aportar del tiempo que le toma carbonizarse
- Observar que lípidos, proteínas y azúcares contienen carbono

### **Objetivos**

General: Demostrar que también se puede obtener un producto carbonizado a través de una reacción química de combustión.

### **Particulares**

- Analizar y comparar qué ocurre al combustionar una proteína, un lípido y un carbohidrato.
- Explicar por qué las biomoléculas orgánicas resultan en un producto carbonizado

**Imagen 38.** objetivos redactados por los alumnos donde reconocen los propósitos centrales de la simulación.

Tres de los cinco equipos redactaron una hipótesis adecuada al experimento (imagen 39), con la idea de que al menos una de las muestras carboniza en menor tiempo que las otras; mientras que los otros dos restantes, redactaron una hipótesis extensa, donde incluyeron elementos de objetivos, análisis de resultados y metodología (imagen 40).

### **HIPÓTESIS:**

Al momento de someter cada uno de los ingredientes al calor, es probable que el aceite comestible sea el que se tarde más tiempo en consumirse por completo debido a la gran cantidad de calorías (energía) que contiene al ser una grasa, seguido del azúcar (carbohidrato) y por último el pescado (proteína).

**Imagen 39.** Hipótesis escrita de manera breve y adecuada en donde se plantea una posible respuesta al evento que se desarrollará.

## Hipótesis

En este experimento lo que vendría siendo nuestra hipótesis es ver el carbono como fuente de combustible ya que que en los experimentos pasados después de ver que pasaron 4 días encontramos melaza carbonizada encima de los frascos de los experimentos pasados. Entonces lo que nos cuestionamos ahora es que si en el experimento pasado fue una reacción exergónica sucederá lo mismo con una reacción endergónica. En este caso se experimentará con un poco de azúcar en un recipiente metálico en este caso se espera que nos dé el mismo resultado tanto con una reacción endergónica y una reacción exergónica.

En el segundo experimento usaremos 10g de azúcar, 4 ml de aceite y 10g de pescado seco y tomaremos el tiempo que tarda cada cosa en carbonizarse, desde nuestro punto de vista pensamos que tardará más tiempo el aceite en carbonizarse ya que es un material que resiste más tiempo en el calor y también pensamos en que el azúcar tardará menos tiempo en carbonizarse ya que es el material más vulnerable de todos.

**Imagen 40.** Hipótesis escrita de manera inadecuada y extensa en donde se incluyen datos metodológicos

Con respecto al apartado de resultados análisis y discusión, tres de los cinco equipos reportaron el resultado sin hacer un análisis de datos o interpretación, sólo dos equipos se aventuran a realizar un análisis; aunque no tan exhaustivo, y uno de ellos retoma la idea de que las reacciones químicas dependen de la naturaleza de los reactivos y energía de activación por lo cual el azúcar, pescado y aceite tienen distintos tiempos de carbonización.

Así el segundo equipo tuvo un mayor acierto ya que atribuyen al tiempo de carbonización de las biomoléculas a la cantidad de calorías presentes en cada una de ellas; algo que dejan de lado los alumnos al momento de analizar los resultados, fue retomar datos relevantes del marco teórico que les pueden ayudar a respaldar el análisis e interpretación, quizás este factor se debió a el estado de desarrollo cognitivo de los alumnos dentro de la adolescencia y a la falta de práctica.

Algo que llamó la atención es que dos equipos en particular, comenzaron a tener la concepción de que los seres vivos utilizan la combustión dentro de sus células para obtener energía; en clase y dentro del reporte a manera de retroalimentación se mencionó que si bien

los seres vivos quemamos calorías para obtener energía, no empleamos la combustión como tal, sino la oxidación de las biomoléculas, además se les sugirió revisar el marco teórico y analizar la similitud entre una reacción por combustión y una por oxidación.

Cabe destacar que los organismos vivientes, para producir energía, utilizan una combustión controlada de los azúcares.

Material	Primera reacción	Segunda reacción	Carbonización
Azúcar	0	0.5	1.5
Aceite	0.5	2.5	3.5
Pescado deshidratado	0	0.5	1.5

Gráfica 1. Comparación de los tiempos de carbonización de los distintos materiales

Bernardo Cruz 15:44 4 oct.  
los seres vivos no realizan combustión, recuerden que la combustión es una reacción de oxidación, los seres vivos oxidan materiales para obtener energía.

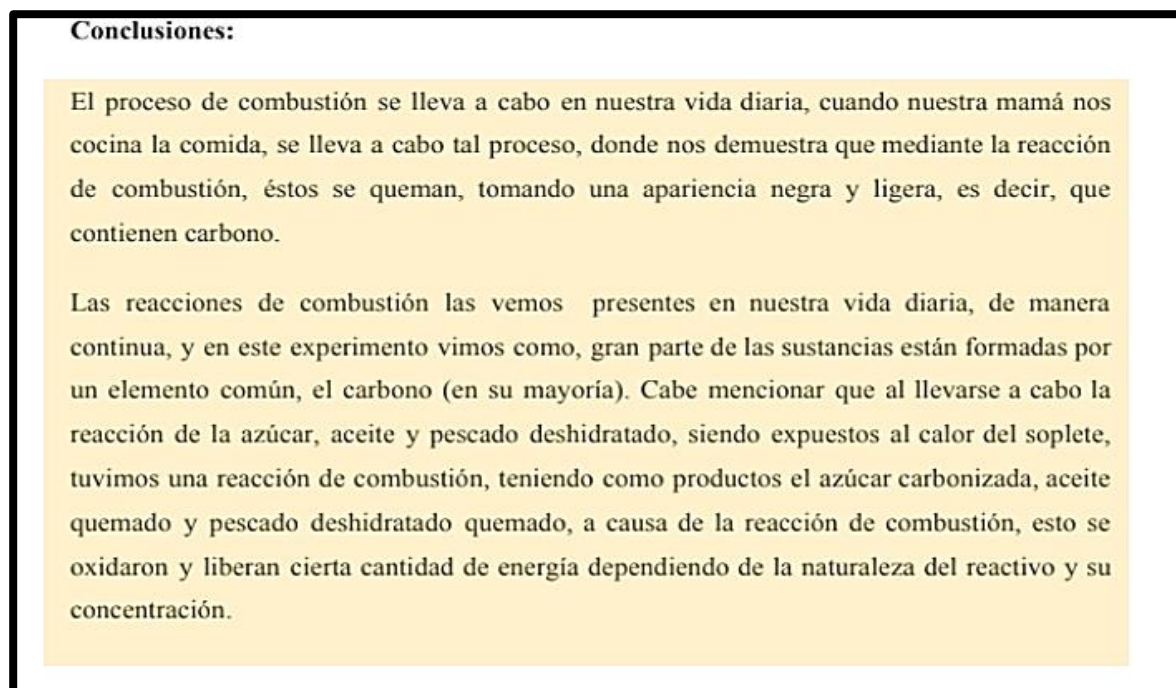
Bernardo Cruz 15:45 4 oct.  
en su gráfica no queda claro que unidades están representadas en el eje Y.

**Imagen 41.** Donde los alumnos redactan una concepción equivocada a raíz de lo desarrollado en el video, en esta captura de pantalla el profesor comenta que no deben confundir el proceso de combustión con el de oxidación realizado por los seres vivos

De manera general los alumnos logran concluir con ideas como: los materiales orgánicos están compuestos de carbono, que es posible obtener carbono de materia orgánica a través de una reacción por combustión.

Uno de los equipos llevó la conclusión a la vida cotidiana con el ejemplo de que cuando en la cocina por accidente se quema la comida se demuestra que existe carbono de las biomoléculas presentes en los alimentos (imagen 42); Todos los equipos coincidieron que en el proceso de carbonización ocurre mediante una reacción endergónica, aunque se les hizo el comentario emplearan mejor el termino de reacción de combustión.

Uno de los equipos redactó las conclusiones como análisis de resultados, entre los datos agregó uno fundamental, que los demás equipos no tomaron en cuenta, y es que el aceite tarda más tiempo en carbonizarse debido a su estructura química compuesta por ácidos grasos (imagen 43).



**Imagen 42.** Donde los alumnos incorporan en la conclusión una relación de lo visto en el experimento con un fenómeno cotidiano.



En el segundo experimento que fue con el pescado deshidratado pudimos notar su carbonización fue de un minuto quince segundos debido a que el pescado forma parte de las proteínas que representa una fuente de combustible, lo que provoca que se oxide rápidamente por lo cual nuestra hipótesis fue acertada aunque no podemos decir que con respecto a las reacciones químicas los resultados fueron los mismos pero en parte sí un poco similares.

Finalmente al analizar los resultados y reacciones del último experimento que consistía en quemar el aceite vegetal las reacciones químicas endergónicas que ocurrieron fueron igual a lo que ocurriría con reacciones exergónicas, esto debido a que el aceite vegetal está compuesto por lípidos y ácidos grasos por lo que pierde sus propiedades cuando la estructura química se altera por lo que se carboniza, más lentamente que en los anteriores experimentos pero se carboniza.

**Imagen 43.** Donde los alumnos confunden una conclusión con un análisis de resultados, aquí los alumnos reconocen que el aceite vegetal tarda más tiempo en hacer combustión debido a su estructura química.

## V de Gowin sesión 2

Los alumnos lograron identificar ideas como: demostrar la presencia de carbono en los alimentos, demostrar que los alimentos que consumimos contienen biomoléculas y estas a su vez tienen carbono al observar la combustión de diferentes alimentos; solo 27% (3 de los 11) equipos complementan el objetivo con conceptos retomados de la sesión anterior como: demostrar una reacción endergónica entre el fuego azúcar, aceite y pescado deshidratado.

Dentro de las preguntas de la columna izquierda que corresponden al marco teórico, los alumnos respondieron adecuadamente que el elemento en común que tienen las biomoléculas es el carbono, mientras que la mitad de equipos complementaron la idea con otros elementos como hidrógeno, oxígeno, nitrógeno; por otro lado, la pregunta que los equipos respondieron de manera inadecuada es “¿En qué parte de las biomoléculas se almacena y libera energía?”, ya que el 63% respondió en el ATP, 27% de ellos respondió de manera adecuada en los enlaces covalentes y el 9% (un equipo) en los polímeros.

Dentro de las preguntas, los alumnos describen que la relación que guarda un combustible y una biomolécula es que ambos son combustibles, contienen carbono y son fuente de energía; los equipos describen la similitud entre combustión y oxidación argumentando que ambas son reacciones químicas que dependen del oxígeno para liberar energía y uno de los equipos hizo la aclaración de que la mayoría de reacciones de combustión se llevan a cabo por máquinas y que las de oxidación por células, el equipo retoma esta idea a partir de lo comentado por el profesor durante la sesión de clases.

Al momento de plantear la hipótesis 90% de los equipos plasmó la idea de que si colocan distintas biomoléculas a la flama de un soplete todas ellas se convertirán en carbono, pero a distintos tiempos, aquí, solo uno de los equipos profundiza en la hipótesis valorando el nivel energético de las biomoléculas (imagen 44), otro de los equipos redacta una hipótesis que se entremezcla con análisis de resultados.

#### **6. Hipótesis**

Si ponemos diferentes Biomolécula a reaccionar con el fuego, observaremos cual tarda menos en carbonizarse y por lo tanto sabremos cual tiene más energía.

**Imagen 44.** Donde los alumnos redactan una hipótesis concreta y muy similar a la que escribieron los alumnos dentro del reporte de laboratorio de la sección anterior.

Dentro de análisis y resultados los equipos analizarán por separado cada una de las biomoléculas, de tal manera que uno de ellos solo se centró en analizar lo que ocurrió con una o dos biomoléculas a lo máximo, por lo que valdría la pena incluir dentro de la V un pequeño cuadro comparativo entre lo ocurrido en las diferentes muestras o biomoléculas.

Dentro del apartado de análisis, 36% de los equipos argumentan que “el pescado tiene una combustión más acelerada o rápida puesto que se encontraba deshidratado” (imagen 45), adicionalmente, en este análisis se les planteó a los alumnos que incluyeran la energía que tiene la proteína por unidad de gramo o bien la relación que existe entre agua, caloría y el hecho de que el pescado esté deshidratado,

De los equipos, el 45% (5 de los 11) intentó analizar la reacción entre la flama y el aceite, un equipo argumentó que “el aceite tardó más tiempo porque es un combustible”, los equipos restantes hacen una comparación entre el tiempo y la cantidad de calorías de cada una de las

biomoléculas, y solo un equipo es capaz de dar un argumento más profundo afirmando que “el aceite es un lípido y tarda más tiempo en carbonizarse por las largas cadenas de carbono que contiene” (imagen 46).

La mayor parte de los alumnos se interesaron por hacer este análisis puesto que en el video es la única biomolécula que antes de carbonizarse se incendia por un periodo prolongado de tiempo.

De los equipos, el 10% de los equipos plasmaron los resultados de manera muy general registrando únicamente el tiempo que le llevó a cada una de las muestras carbonizarse y las calorías que contienen las biomoléculas, haciendo falta que establecieran la relación entre el tiempo de combustión con las calorías y la naturaleza de las biomoléculas.

Solo 9% de los equipos se aventura a hacer un análisis de la biomolécula de azúcar tardó 1:26 minutos en carbonizarse porque su punto de fusión se logra a 110°C y el azúcar contiene agua, dentro de este análisis (imagen 47), los alumnos quizás se están guiando por el nombre carbohidrato suena como “carbón hidratado”.

Dentro de las sesiones de retroalimentación se comentó este punto y se les explicó de manera breve los grupos funcionales dentro de los carbohidratos y su relación con la molécula de agua.

7) Análisis e interpretación: Podemos observar que el pescado presenta una combustión más rápida, ya que al ser deshidratado (posee menos moléculas de H<sub>2</sub>O) esto hace que el carbono de las proteínas reaccione en un menor tiempo

**Imagen 45.** Donde los alumnos redactan un análisis general del por qué el pescado es el que tarda menor tiempo en carbonizarse, sin embargo, falta precisar la idea con el concepto de las calorías.

### 7) Análisis e Interpretación

Cuando los alimentos se ponían al fuego estos se tornaban de un color negro por la presencia de carbono, es decir se carbonizaban, se pudo observar que el aceite desprende energía a partir de la llama que hizo, debido a que es un lípido y presenta dobles enlaces que son difíciles de romper.

Para el pescado seco fue fácil deducir que este rápidamente se empezaría a quemar por la falta de agua

**Imagen 46.** Donde los alumnos redactan en el análisis que es difícil incinerar un aceite hasta carbonizarlo debido a que en su estructura química presentan dobles enlaces difíciles de romper.

### 8) Análisis e interpretación

En el vídeo se puede observar con claridad que el lípido (aceite) en la biomolécula con mayor energía (1gr=9Kcal), teniendo un tiempo de combustión de 2:30 minutos e incluso se necesitó sofocar el experimento para lograr apagarlo. En seguida se encuentra el carbohidrato (azúcar refinada), aunque a la biomolécula tardó 1:46 en combustión y finalmente la proteína (pescado) biomolécula que solo necesitó 1:12 para combustión por completo

**Imagen 47.** Donde los alumnos redactan en el análisis en este análisis los alumnos retoman el tiempo y lo comparan con la cantidad energética (Kilocalorías) por unidad de gramo que tienen las biomoléculas

Los equipos concluyeron con ideas como: “las distintas biomoléculas contienen carbono, hidrógeno, oxígeno... en distintas proporciones lo que hace que se carbonicen en tiempos distintos”, “los alimentos que consumimos contienen carbono”, “los tiempos de combustión de las biomoléculas debe a sus propiedades”, “los seres vivos necesitamos carbono para sobrevivir”, “los aceites requieren de más tiempo para carbonizarse porque son largas cadenas de carbono” (imagen 48).

### 9)Conclusiones

Concluimos que los tiempos de combustión de cada ingrediente se debe a todas las propiedades de cada alimento, desde su peso, y más que nada la biomolécula que tiene. Esto para que cuando se esté realizando la reacción endergónica los reactivos que son el fuego y los tres ingredientes den como resultado al producto carbonizado además de una liberación grande de energía.

**Imagen 48.** Donde los alumnos concluyen que la velocidad de la combustión depende de las propiedades de las muestras.

### Sesión III

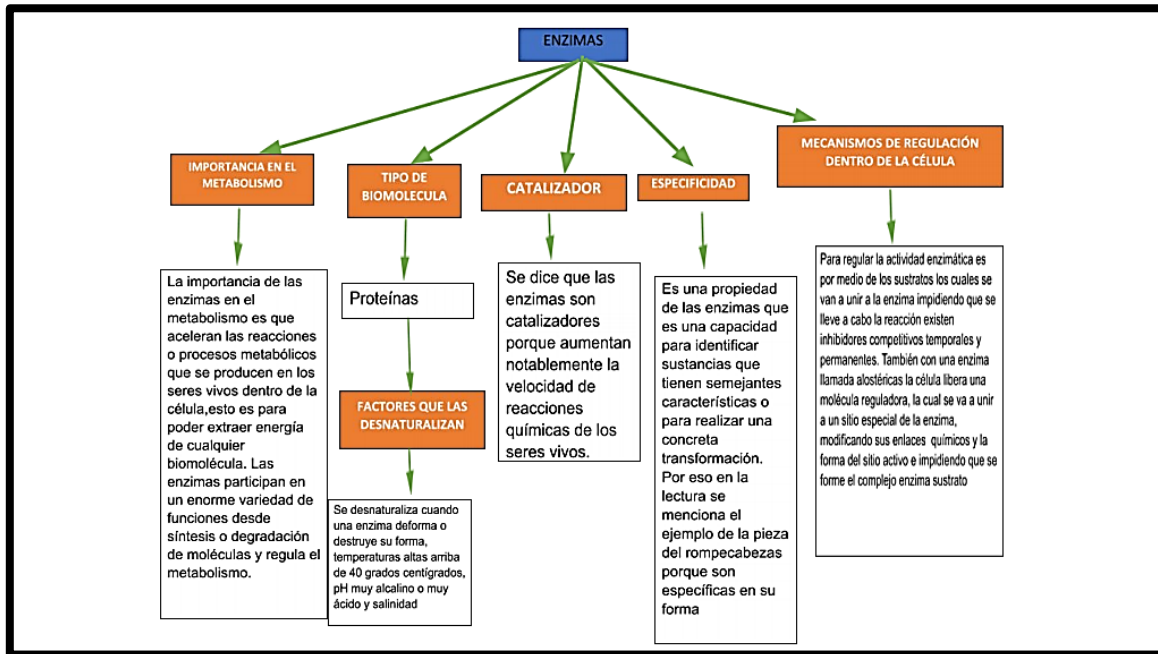
Durante la primera hora de la sesión se les proyectó a los alumnos un video elaborado por el profesor, mostrando el mismo experimento que desarrollaron los alumnos en casa y cuya finalidad es comparar el efecto de las enzimas presentes en detergentes biodegradables, contra aquellos que no las presentan.

Dentro de las comparaciones que los alumnos hacen con respecto al contenido del video, expresarán inquietudes como: “el queso en el tratamiento de agua aumentaba de volumen y en otras ocasiones se desmoronó”, “en el jabón para manos no se deshizo el queso”, “utilice el mismo jabón para ropa y el mismo queso pero no logré que se desintegrara tan rápido”, y “el queso adquirido una consistencia viscosa”, a lo que el profesor les pidió que reflexionaran, sobre el tipo de queso empleado, los ingredientes de los jabones y las concentraciones utilizadas.

Una vez finalizada la discusión del video, se proyectó un Power Point con la finalidad de revisar aspectos importantes de las enzimas como: su importancia en las rutas metabólicas, su relación con las biomoléculas, la especificidad (el modelo de llave y cerradura), la velocidad de reacción con respecto a la energía de activación y los factores que las desnaturalizan; a partir de la lectura se les pidió a los alumnos contestaran un diagrama de cajas.

## Diagrama de Caja

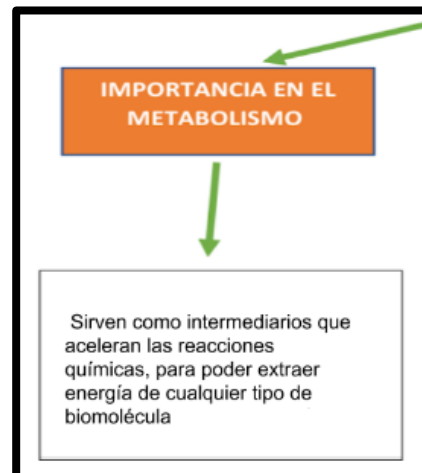
El diagrama de caja se les proporcionó a los alumnos en formato Word (anexo 8) y ellos debían contestarlo a partir de la lectura (anexo 7), las enzimas y su papel en el metabolismo,



**Imagen 49.** Diagrama de caja contestado por uno de los alumnos

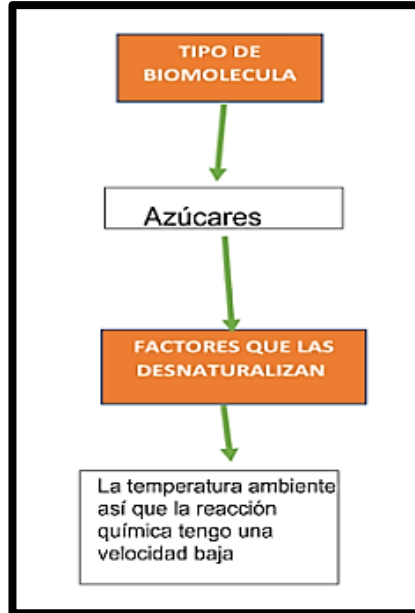
En este diagrama los cuadros piden describir la importancia de las enzimas, factores que las desnaturalizan, etc. (imagen 49), los cuales se analizan a continuación.

En la primera caja el 100% de los alumnos describe la importancia de las enzimas en el metabolismo con el argumento que “participan en las reacciones químicas que ocurren dentro de la célula para poder extraer energía de las biomoléculas”, 46% de ellos complementan la idea con palabras como síntesis y degradación (Imagen 50).

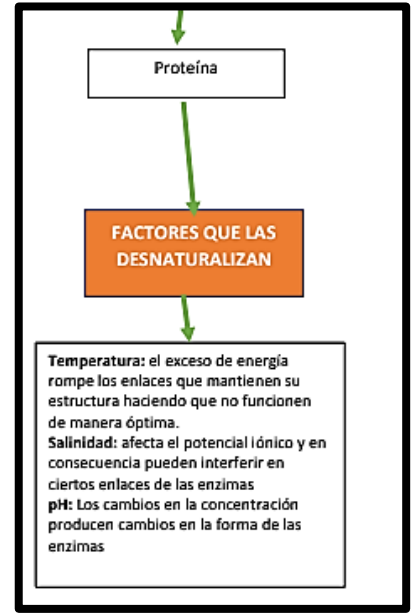


**Imagen 50.** El alumno describe la importancia de las enzimas como un catalizador e intermediario para extraer energía de las biomoléculas.

En la segunda caja, 94% de los alumnos estableció que el tipo de biomolécula al que pertenecen las enzimas son las proteínas y solo el 6% (tres alumnos) rellenaron de manera errónea la caja con las palabras carbohidrato, ácidos nucleicos, y orgánica (imagen 51). Para la tercera caja, el 94% de los alumnos colocó de manera correcta los agentes que desnaturalizan (imagen 52) y solo el 6% escribió ideas como “en el cofactor”, “agentes desnaturalizantes” y “temperatura ambiente”.

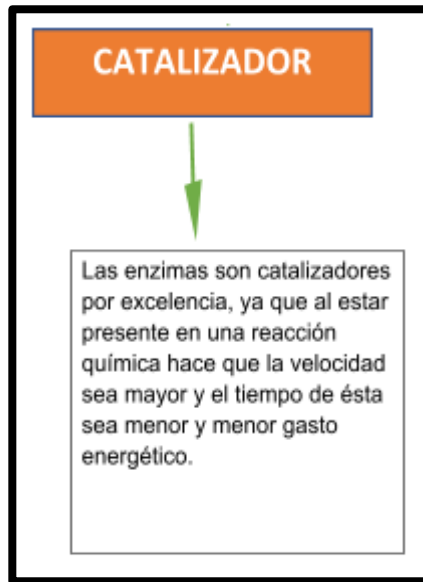


**Imagen 51.** El alumno define a las enzimas de una manera errónea como azúcares, y en la siguiente caja afirma que la temperatura ambiente desnaturaliza a las enzimas.

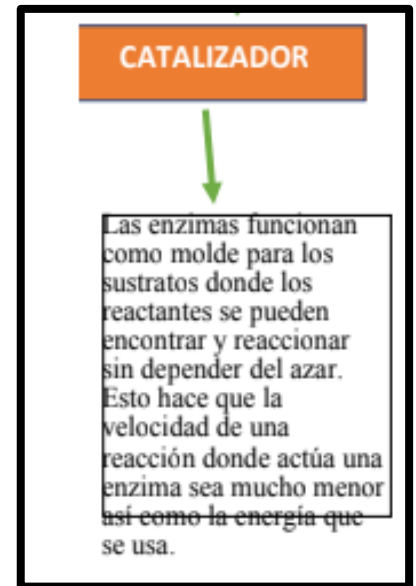


**Imagen 52.** El alumno en la caja describe correctamente que las enzimas son proteínas y dentro de los factores que las desnaturalizan señala y describe temperatura, salinidad y pH

En la cuarta caja, 92% describieron el porqué las enzimas son catalizadores y es debido a que hacen que una reacción química ocurra en menos tiempo con un menor gasto energético (imagen 53), 4% de los alumnos en lugar de mencionar el gasto energético, profundizan y añaden el concepto de energía de activación, 4% de los alumnos anotó una idea errónea que coincide mejor con la caja de especificidad y,



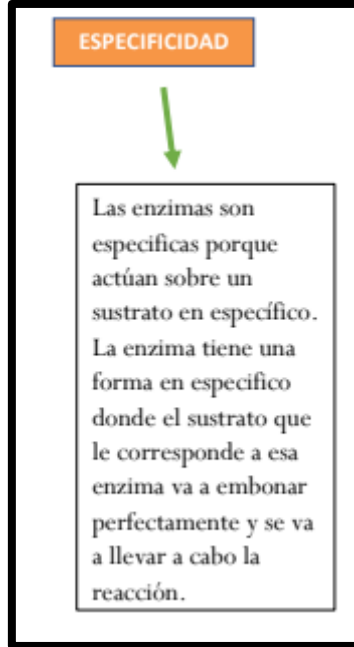
**Imagen 53.** El alumno define a las enzimas como catalizadores al hacer que la velocidad de reacción sea mayor con un menor costo energético.



**Imagen 54.** El alumno confunde la especificidad con el concepto de catalizador.

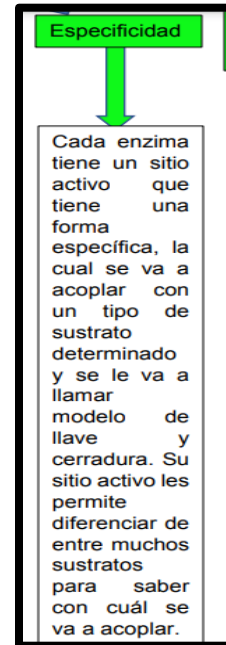
escribieron ideas como: “las enzimas funcionan como molde donde los sustratos o reactantes encuentran a la enzima sin depender del azar” (Imagen 54).

En la quinta caja 76% de los alumnos describió la especificidad de las enzimas, retomando la idea de la lectura en la cual la enzima y el sustrato son como piezas complementarias de rompecabezas y esta cualidad les permite discriminar de otras moléculas



**Imagen 55.** El alumno describe el modelo de llave y cerradura

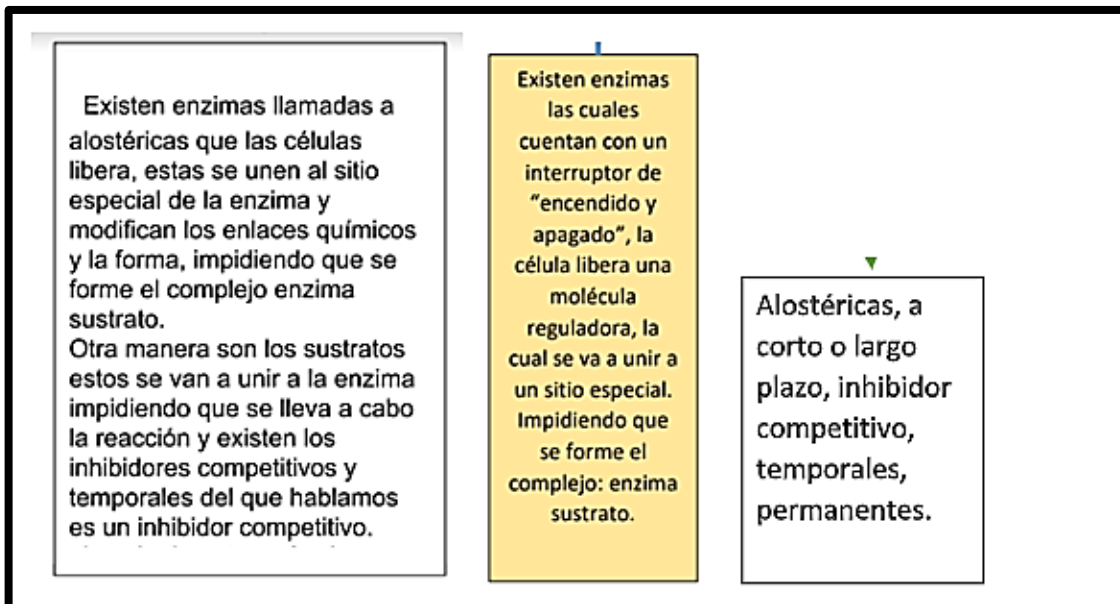
(imagen 55), 24% de los alumnos complementaron la idea con la frase el “modelo de llave y cerradura” (imagen 56).



**Imagen 56.** Al igual que en la imagen anterior el alumno describe el modelo de llave y cerradura, pero además utiliza la frase discriminar lo que le da un mejor sustento a su descripción.

En la sexta caja 14% de los alumnos mencionaron a las enzimas alostéricas o los inhibidores competitivos, pero no los describieron, mientras 26% de los alumnos únicamente describió y dió un ejemplo ya sea inhibidor competitivo o enzima alostérica, el otro 60% de los alumnos mencionaron a las enzimas alostéricas y los inhibidores competitivos y los describieron, y solo el 2% añadió a los cofactores como un mecanismo de regulación enzimático. (valdría la pena añadir las palabras o cajas para que los alumnos las desarrollen) (imagen 57).





**Imagen 57.** Capturas de pantalla de las cajas, de izquierda a derecha donde se aprecia gradualmente como el alumno detalla las enzimas alostéricas e inhibidores competitivos, al centro se limita a explicar una de las dos, y en la última caja solo las menciona.

### Reporte de laboratorio Enzimas.

El 80% de los equipos son capaces de identificar el propósito central del experimento con ideas como:

- Confirmar la existencia de enzimas en algún detergente
- Identificar el agente del jabón encargado de degradar el queso
- Comprobar la actividad enzimática de los detergentes
- Observar la actividad enzimática sobre distintos tipos de queso

Dentro de los objetivos particulares los alumnos señalan

- Observar la reacción química entre jabón y queso
- Comprobar la degradación de distintos quesos
- Confirmar la existencia de proteínas en el queso

Solo dos de los equipos de plantearon objetivos ambiguos y poco claros como: “demostrar como las biomoléculas relacionan con el entorno”, “aprender a realizar experimentos,

identificar las propiedades” e “identificar la propiedades y resistencia de los quesos contra los jabones”, y “observar los efectos de los jabones” (imagen 58 y 59).

## OBJETIVOS

Demostrar que las biomoléculas (enzimas) están presentes en nuestro entorno y cómo se relacionan con el ambiente.

El experimento que se realizó para poder ver como los quesos reaccionan con los ingredientes de los jabones y con el agua (que la usamos como disolvente para activar la reacción del jabón).

Aprender a realizar experimentos y observar qué cambios o reacciones hay cuando se sustituye o agrega otro ingrediente.

**Imagen 58.** Capturas de pantalla donde los alumnos, plantean un objetivo ambiguo, al tratar de demostrar cómo reaccionan las enzimas en el entorno o el ambiente, en el último objetivo mencionan sustituir un ingrediente, pero no especifican a cuál se refieren.

Los objetivos de esta práctica, son los siguientes:

- Identificar si las propiedades de los quesos son lo suficientemente resistentes, como para poder aguantar las propiedades de descomposición que poseen los jabones, y ver cómo reaccionan al mantenerse cierta cantidad de horas sumergidos en el jabón.
- Observar los efectos que tienen los diferentes jabones que usamos día a día y cómo nos podrían afectar los ingredientes que poseen.
- Observar cómo actúan las enzimas en un sustrato y porque funcionan como catalizadores, haciendo una reacción química.

**Imagen 59.** Captura de pantalla donde los alumnos redactan objetivos ambiguos, en la cual describen la “resistencia” al queso en lugar de la degradación química, o bien plantean que el objetivo es observar cómo nos afectan los ingredientes de los jabones.

Todos los equipos fueron capaces de redactar una hipótesis acorde al experimento, en la hipótesis señalan que alguno de los detergentes degradará mejor o más rápido el queso, debido a la presencia de una enzima (imagen 60).

### **HIPÓTESIS:**

Si todos los jabones con los que trabajamos cuentan con algunas enzimas que como función tienen degradar grasas, nos daremos cuenta que los jabones afectarán a los quesos ya que la mayoría de los quesos están conformados por gran cantidad de grasas, es por ello que podremos observar que se pasara en un lapso de tiempo demasiado corto.

**Imagen 60.** donde los alumnos plantean una hipótesis que se asemeja a una posible respuesta, debido a la naturaleza enzimática de los detergentes.

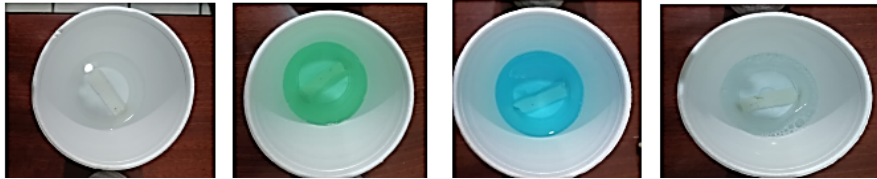
En los resultados, todos los equipos, logran plasmar los objetivos de manera general, ordenada y coherente, pero no fueron capaces de profundizar o explicar por qué en los distintos tratamientos ocurre algún fenómeno con los quesos.

Además, los alumnos emplean un lenguaje coloquial como: “el queso se torció”, “el agua del queso se echó a perder”, “el agua se tornó de un color blanco pastel”, “el queso perdió grasa”, mostrando así que los alumnos manifiestan dificultad para encontrar un argumento científico dentro del marco teórico que respalde el fenómeno que están representando (imagen 61 y 62).

Esto, quizás sea porque el experimento les demandó el manejo de un mayor número de datos, aunque también se pudo haber debido a que los alumnos se cohíben al escribir por el temor a equivocarse, o bien porque dentro de su etapa de desarrollo aún no alcanzan la madurez para ejecutar argumentos críticos reflexivos. Por otro lado, cada integrante de los equipos plasmó su propio resultado, pero, no lo comparó con el de sus compañeros a pesar de que algunos integrantes del equipo tenían el mismo tipo de queso. valdría la pena que dentro de la tabla se agregará una columna donde se les pida a los alumnos que realizarán el análisis con la descripción: “con base en el marco teórico explica el fenómeno o lo sucedido con el queso”.

**Imagen 61 y 62.** donde los alumnos plasman resultados con lenguaje muy coloquial, apreciamos que utilizan frases como “el jabón desapareció” en lugar de se degradó, o bien no explican por que el agua cambia y se torna “lechosa” en lugar del agua disolvió elementos del queso.

Vanessa	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3
AGUA	El queso seguía conservando sus medidas.	El agua se veía un poco amarillenta y el queso se empezaba a desintegrar.	El agua cambio de color a amarillo y se observaban trozos de queso flotando, como grasa.
JABÓN MANOS (KLAR & DANVER)	El queso conservaba sus medidas pero tenía distinta consistencia, también se observaba una capa blanca encima del agua.	Se observaba una capa blanca alrededor y una mancha blanca encima del agua.	El queso no desapareció totalmente pero era más pequeño y se observaba una capa blanca más grande.
JABÓN TRASTES (AXIÓN)	Las medidas del queso cambiaron un poco, también se observaba una capa blanca encima.	El agua comenzaba a hacerse lechosa y las medidas del queso habían disminuido.	El agua se hizo lechosa con trozos casi deshechos encima.
JABÓN ROPA (FOCA)	Las medidas cambiaron, se observaba una capa blanca encima del agua y la consistencia cambió.	El trozo de queso ya era muy pequeño, la mayor parte ya estaba alrededor y encima del agua.	El jabón desapareció completamente y quedó una capa blanca encima del agua.



	queso	tipo de capa a su alrededor del queso.	abajo, suero del queso
JABÓN ROMA			
JABÓN ROMA	Tiene espuma en la parte superior, pequeñas burbujas	En el fondo del vaso hay muchos restos del queso o del jabón, menos presencia de espuma.	muy lleno de suero y partes del queso, mucho
JABÓN +COLOR			
JABÓN +COLOR	una capa blanca en la parte de arriba, el queso tiene una textura pegajosa	la capa de la parte de arriba es un tanto más espesa y más blanquecina, el queso a tomado un color tipo azul muy tenue a sus alrededor	el agua se ve mas color pastel de la parte de abajo

Todos los equipos concluyeron que la degradación de los quesos se debió a las enzimas presentes en el jabón biodegradable y que éstas aceleran el proceso de degradación en el queso (imagen 63), añadieron argumentos como:

“Las enzimas son catalizadores y dependen de las propiedades del sustrato para acelerar la reacción o producir un cambio en él”.

“No todos los jabones degradan el queso al mismo tiempo y con la misma eficacia, la concentración de jabón y agua es muy importante para observar la reacción”.

“Para que se lleve a cabo la reacción esperada depende de la composición del jabón y el queso”.

Dentro de las conclusiones, 45% (5 de los 11) equipos hicieron énfasis en las enzimas proteolíticas y un equipo se aventuró a dar la argumentación de que estas enzimas actúan sobre las proteínas de los quesos, aunque la manera en que la redacta podría pertenecer más a un análisis o interpretación de resultados que conclusión.

#### **Conclusiones**

Para concluir se ha aclarado que nuestra hipótesis fue acertada, esto debido a que ambos jabones en polvo (Roma y Foca) han dado una mayor reacción de degradación en los quesos, destacando al jabón de la foca pues este contiene una enzima proteolítica que acelera dicho proceso de degradación. En el caso de los jabones líquidos sí puede observarse cómo el queso ha resultado afectado, sin embargo, este producto no resulta disuelto por completo. Finalmente, se ha afirmado y comprobado que las enzimas favorecen a las reacciones químicas, acelerando el proceso y dando como resultado un producto enteramente degradado.

**Imagen 63.** Donde los alumnos concluyen que la degradación del queso se debe a las enzimas presentes en los detergentes.

Uno de los equipos, en lugar de haber redactado las conclusiones lo confunde y redactó algo similar a un análisis de resultados (imagen 64), en el cual estableció que el jabón para manos contenía enzimas, cuando en realidad el jabón para manos que empleó dentro de su experimento no contiene ninguna enzima.

Por otro lado, los alumnos de este equipo tienen un acierto al establecer que las enzimas actúan sobre las proteínas presentes en el suero de la leche, lo que hace que el queso pierda masa. Además, establecen que el jabón para trastes no es capaz de degradar los quesos porque contiene lipasa y no es compatible con el sustrato (el queso) aunque esta idea la terminan con se produce una sustancia corrosiva, algo muy alejado puesto que a lo largo de la secuencia nunca se revisó dicho concepto. El análisis que propone el equipo dentro de estas conclusiones comienza a tener principios críticos, y un dominio de conceptos como “sustrato” y “degradación”.

Al reanar el segundo experimento donde se metían los quesos crema y panela en jabon para manos conseguimos el efecto esperado, el agua se torno en un color lechoso y el queso disminuyo su tamaño notablemente en compracion con el queso de el experimento anterior, esto por las enzimas de proteasa que contiene el jabon para manos que provoco que el queso perdiera su suero de leche y por lo cual gran parte de su masa.

En el tercer experimento que consistía en meter cubos de queso panela y crema en jabon para lavar ropa(jabón roma) conseguimos los cambios descados ya que los quesos perdieron su masa y volumen casi por completo, mostrándose diluidos en el agua, esto debido a que las enzimas que contiene el jabón actúan como biocatalizadores reaccionando con los sustratos del queso descomponiendolos en sustancias más simples.

Finalmente en el último experimento en el que se metían los quesos crema y panela en jabon para trastes a los quesos no les ocurrió absolutamente nada esto debido a que la lipasa que es la enzima que actúa en el jabón para lavatrstes al juntarlo con los quesos y sus sustratos se creó una sustancia corrosiva, por lo cual en los quesos no cambiaron sus texturas, mostrándonos que nuestra hipótesis fue acertada.

**Imagen 64.** Donde uno de los equipos se aventura a hacer un análisis de resultados dentro de las conclusiones.

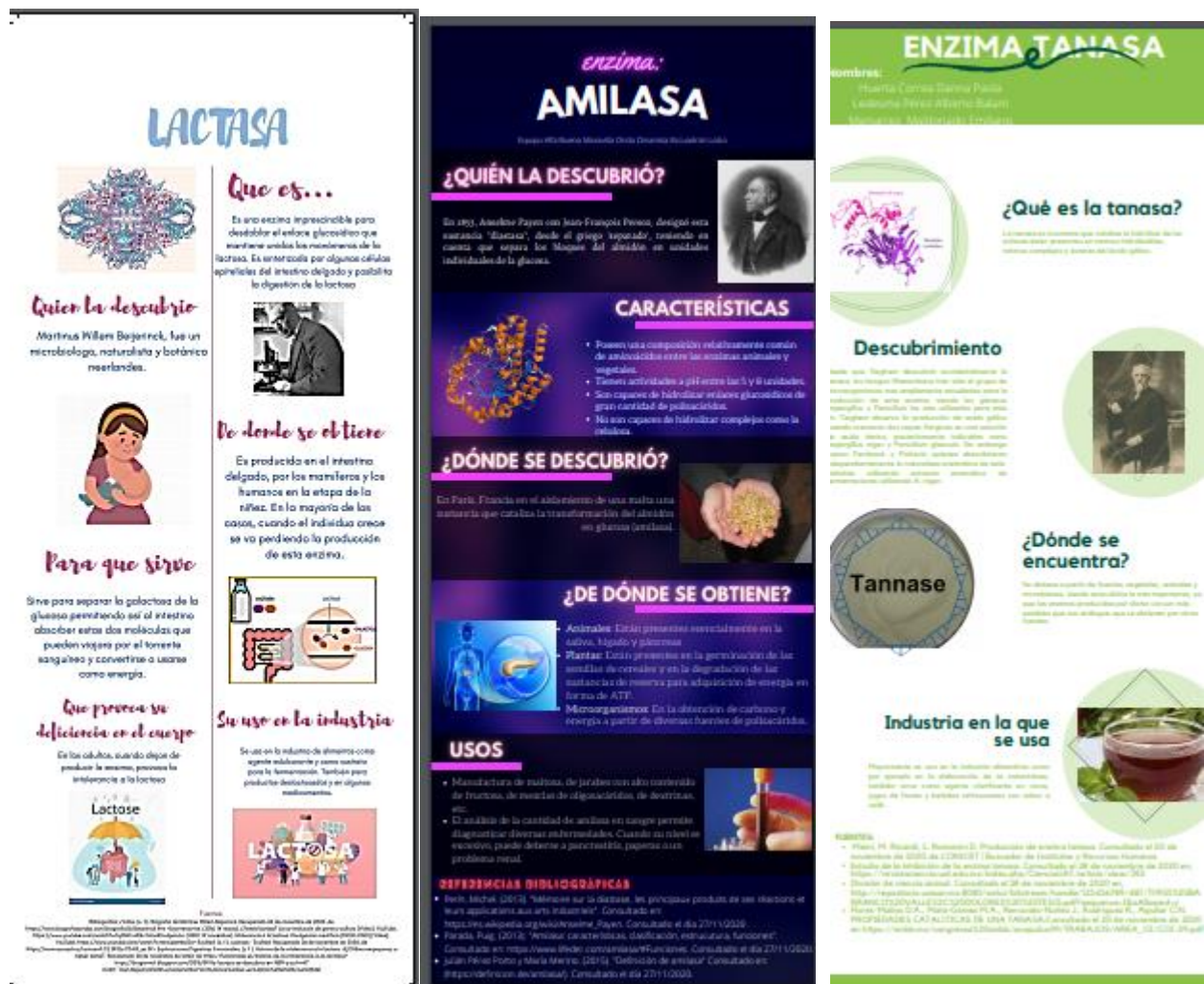
## Infografía

Para la elaboración de la infografía se les sugirió a los alumnos que retomaran un ejemplo de la lectura o bien investigarán acerca de otra enzima de su interés.



Entre los ejemplos que se encuentran en la lectura, los alumnos seleccionaron la amilasa, lactasas, quimosina y, zimasa, el resto de los equipos realizó infografías con enzimas ajenas a la lectura como: tanasa, isómerasa, coenzimas y cofactores (vitaminas).

En general el grupo muestra un buen dominio de la información y creatividad a la hora de desarrollar su infografía, tan solo dos equipos presentaron una infografía donde la información se pudo haber desarrollado un poco más, estos trabajos mostrarán pocas fuentes de información, uno de los equipos presenta una infografía con exceso de información que bien se pudo haber resumido para darle más énfasis a las imágenes centrales.



**Imagen 65.** Ejemplos de infografías presentadas por los alumnos en la que presentan enzimas de su interés como la lactasa, amilasa o tanasa.

## Pregunta

En la plataforma de Classroom a manera de participación se les pidió a los alumnos que respondieran a la pregunta “¿Cómo plantearías un experimento para demostrar alguna propiedad o efecto de las enzimas?”.

El 20% de los alumnos, contestaron que, para mejorar el experimento de los cubos de queso, se debió de haber requerido de más tiempo para observar mejor la degradación, el 15% de los alumnos propuso implementar variables como la temperatura, salinidad o acidez para evaluar la eficacia de la enzima de los detergentes sobre los cubos de queso (Imagen 66), 5% propuso cambiar el tipo de quesos (imagen 67 y 68) o probar distintas concentraciones de detergente para medir la eficacia y la velocidad de la reacción (imagen 69), 3% proponen evaluar la eficacia de las enzimas en condiciones sin oxígeno (imagen 70), y 3% propone cambiar el queso por carne, por último 6% proponen evaluar el efecto de la lactosa sobre la leche o el queso.

Podría dejar en mayor tiempo los quesos reaccionado con los jabones (sea el caso), pero a agregar variantes como el aumentos de temperatura y la salinidad sobre la solución, para observar como estos factores influyen en reacción enzimática entre los jabones y los quesos. Así mismo aumentaría el tiempo de observación, analizando la naturaleza oxidante y degradativa de jabón según su naturaleza y concentración.

Con ello se podrá observar que si en la presencia de factores adversos de temperatura, salinidad y pH, se podría observar como la reacción se ve modificada o inclusive destruida la misma enzima y con ello un cambio drástico sobre los quesos.

**Imagen 66.** El alumno propone un experimento con los cubos de queso donde se prueben las variantes de acidez, salinidad o temperatura para comprobar la eficacia de los jabones.

Podríamos aplicar otro experimento con los quesos, por ejemplo, en la coagulación de la leche (que se encuentra en el queso) , observando por más tiempo cuánto tarda en descomponerse la leche, hasta que se obtenga una especie de cuajo.

Y me gustaría evaluar, observar, cuánto tiempo tarda, qué cambios tendrá.

**Imagen 67.** El alumno propone un experimento con otro tipo de queso y degradarlo hasta obtener cuajo.



Para replantear el experimento de los quesos me gustaría emplear quesos más elástico o que tienden a gratinarse, tales como el americano o el manchego, quesos que no cuentan con la gomosidad y suavidad de los empleados en el experimento. Además, tengo entendido que cierto tipo de enzimas causan una reacción alérgica y que algunos detergentes tienen un compuesto químico que previene este tipo de reacciones, acaso ese tipo de compuesto alérgico influiría en el experimento?, sería bueno intentar con quesos con alta cantidad salina, quesos "añejados", de igual forma sería buena idea el utilizar líquidos como ácidos, cloro o desengrasantes para observar cómo reacciona el queso.

**Imagen 68.** El alumno propone un experimento con otro tipo de queso desde los "elásticos" o que tienen la capacidad de gratinar hasta los añejados.

En vez de que el agua esté al tope como la sustancia, me gustaría observar si el queso absorbe y si sí, que tanto lo hace o también no diluir la sustancia en agua para ver si así también el jabón es capaz de desintegrar el queso o a fuerza necesita el rompimiento de enlaces con el agua.

**Imagen 69.** Donde el alumno propone aumentar el tiempo de reacción o sugiere cambiar las concentraciones de agua o detergente

A mi me gustaría poder observar que sucede con los cuadros de queso si por ejemplo tapamos los frascos de los quesos doble crema ya que no sabemos como reaccionaran a la ausencia de oxígeno. O otro re planteamiento que me gustaría hacer es que pasara si tenemos a la mitad tapados y en algún lugar de la casa húmedo y a la otra mitad tapados pero puestos en algún lado donde por lo menos tres horas al día les dé el sol.

**Imagen 70.** Donde el alumno propone realizar el mismo experimento, pero en ausencia de oxígeno

La mayoría de los alumnos, aunque no se les pidió que investigarán sobre experimentos con enzimas, el 26% de ellos propuso el experimento donde con un trozo de papa se observa la reacción química entre catalasa y agua oxigenada (imagen 71), 10% el experimento de colocar un trozo de piña sobre gelatina, con la finalidad de observar a bromelina degradar las proteínas del sustrato (imagen 72), 7% usar las enzimas del detergente sobre cáscaras o "piel" (epidermis) de cebolla (imagen 73), por último 1% (un alumno) propuso el experimento del hígado de pollo y agua oxigenada (imagen 74).

Encontré uno de la catalasa. Se utiliza agua oxigenada y una papa (por la catalasa). Hay que pelar la papa y cortarla en pedazos pequeños, ponerlos en un recipiente y después añadir el agua oxigenada hasta cubrirlos. Se agita un poco, ahí comenzarán a salir burbujas, que es el oxígeno que está saliendo debido a que la catalasa de la papa rompe el oxígeno presente en el agua oxigenada.

**Imagen 71.** Donde el alumno propone realizar el experimento de catalasa sobre trozos de papa.

Podríamos hacer el experimento de la gelatina y un trozo de piña para demostrar la catálisis enzimática. Tenemos en cuenta que la gelatina es una proteína y la piña contiene una enzima llamada bromelina, que está a su vez destruye las proteínas. Esa es la razón por la cual al echar el trozo de piña en temperatura ambiente en gelatina pierde la consistencia.

**Imagen 72.** Donde el alumno propone realizar el experimento de la bromelina sobre gelatina.

jabón y la piel de una cebolla cabezona. en este experimento pondremos la misma cantidad de agua x una cucharada de jabón, durante una noche se dejara la piel de la cebolla, al día siguiente podremos observar que si el jabón tiene celulosa , el agua se habrá tornado de color café oscuro y los trozos de piel serán aun mas suaves y obscuras. Si el jabón no tiene celulosa ni peróxido , el agua tomara un color amarillo color claro y los trozos de la piel de cebolla mantendrán su color y consistencia

**Imagen 73.** Donde el alumno propone analizar un detergente sobre la celulosa de la cebolla.

Hígado de pollo con peróxido.  
El  $H_2O_2$  será descompuesto por la enzima catalasa obteniendo como productos finales  $H_2O$  y  $O_2$  (agua y oxígeno molecular) .

**Imagen 74.** Donde el alumno propone analizar la catalasa del hígado de pollo.

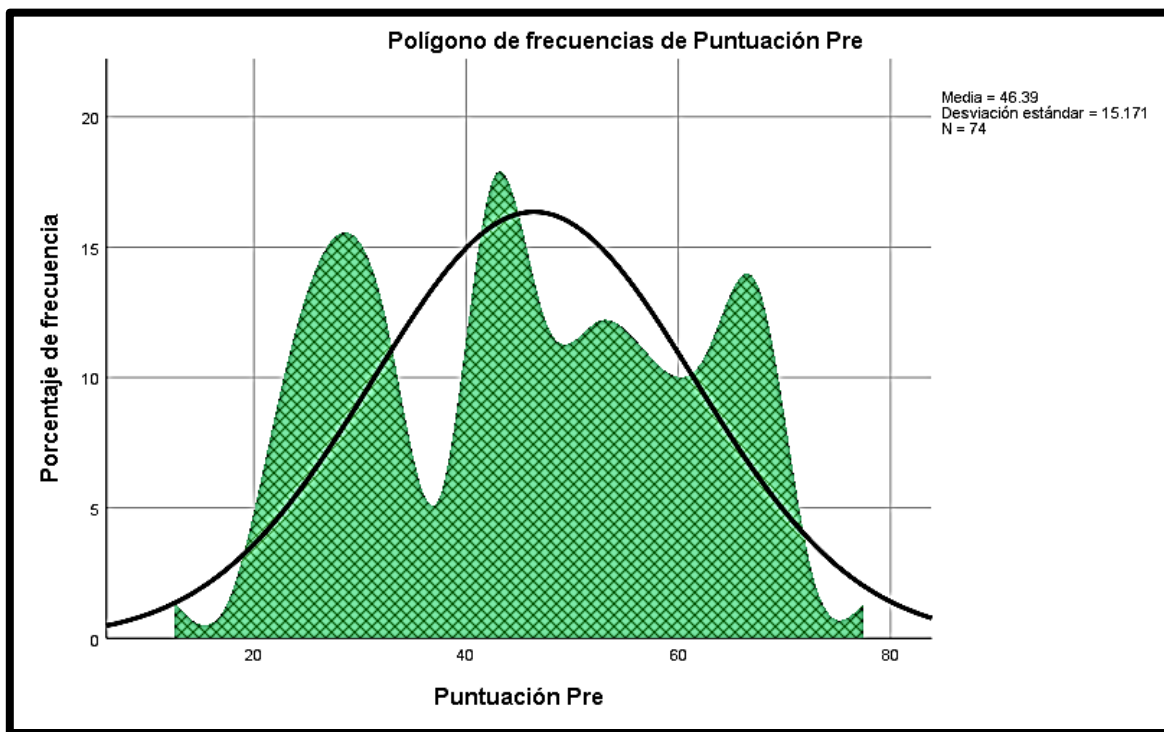
El resto de los alumnos propuso experimentos retomando aspectos de la lectura cómo: fermentar malta o almidón con ayuda de una enzima, el uso de enzimas para quitar manchas de la piel, usar estómagos deshidratados para cuajar leche y obtener queso, mientras que otros alumnos retoman el experimento del detergente y establecen que en lugar de emplear cubos

queso emplearían otras muestras como vegetales, o bien usar distintos tipos de manchas sobre telas y comparar el efecto enzimático de los detergentes sobre estas.

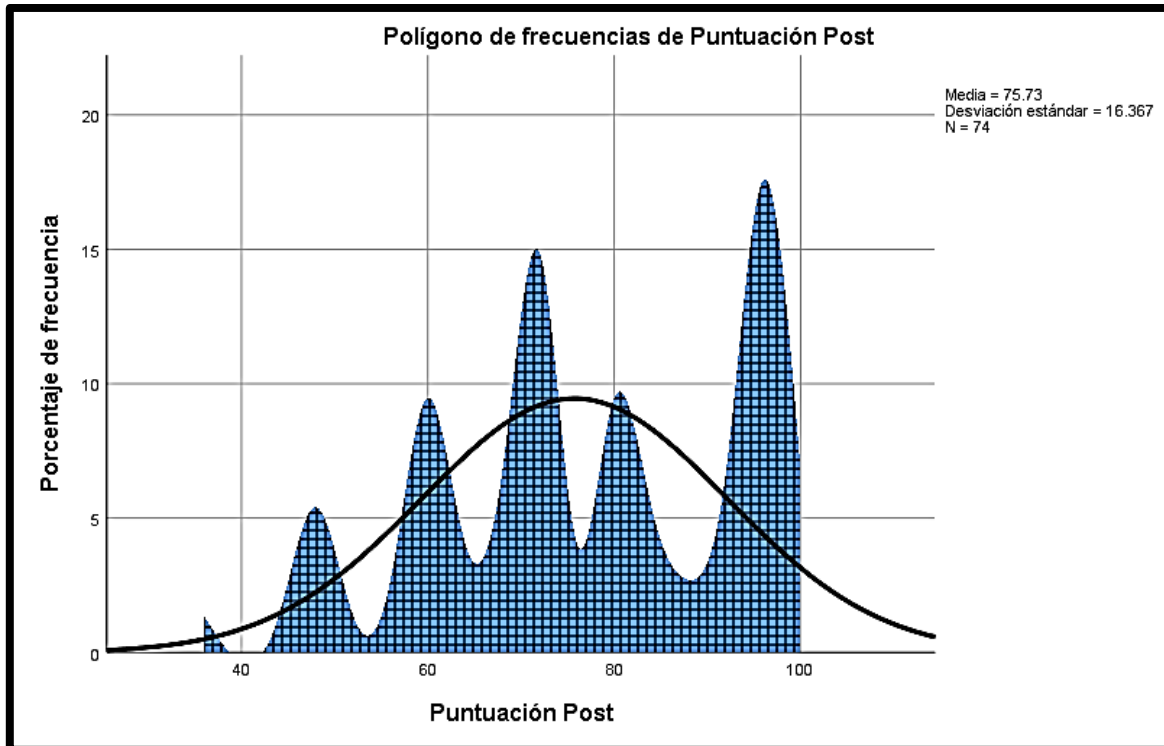
### ***Pretest y posttest***

En este apartado se analizará de manera cuantitativa si existieron diferencias significativas, entre la aplicación de *pretest* y *posttest*, primero de manera global mediante el puntaje obtenido por los alumnos y posteriormente reactivo por reactivo.

Para comenzar, de acuerdo con el contraste de hipótesis para distribuciones normales por la prueba de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors (Ardanuy, 1999), las puntuaciones obtenidas por los estudiantes en pre y *post test* no mostraron una distribución próxima a la normal ( $p$  de 0.049 y 0.011). sin embargo, las frecuencias absolutas y relativas de respuestas correctas e incorrectas muestran que una parte de los alumnos aumentan su puntaje entre la aplicación de *pre* y *posttest* (gráfica 2 y 3)



**Gráfica 2.** Polígono de frecuencia de la aplicación del *pretest* donde observamos que la distribución entre el porcentaje de frecuencia no es normal versus y la media aritmética tiende a concentrarse en una puntuación que va de 40 a 20 aciertos.



**Gráfica 3.** Polígono de frecuencia de la aplicación del *postest* donde observamos que la distribución entre el porcentaje de frecuencia, la puntuación no es normal, y la media aritmética tiende a concentrarse en una puntuación que se ubica en el 75% siendo un valor de aprobación, gran parte de las crestas se ubican en puntuaciones aprobatorias incluso llegando a registrarse puntuaciones perfectas.

A continuación, el cuadro 3, resume la aplicación previa y *posterior* de la prueba. Las respuestas donde hubo cambios significativos están marcadas con color verde.

La tabla sólo denota cuántos alumnos acertaron o no en las respuestas, mas no quiénes de ellos cambiaron su respuesta. La prueba de McNemar fue aplicada a reactivos cuya respuesta fue dicotómica (opción múltiple); mientras la prueba de rangos con signo de Wilcoxon se aplicó a reactivos cuyo formato es casillero de verificación cuyo valor p está resaltado en amarillo (Siegel, S, 2015). Dentro de la tabla se remarcan en color verde los valores significativos obtenidos a partir de las frecuencias obtenidas entre *pre* y *postest*.

**Cuadro 3. Resultados analizados por la prueba McNemar y de rangos con signo de Wilcoxon de entre *pretest* y *postest***

		<b>Pre</b>		<b>Post</b>		Valor p
		Frec. absoluta	Frec. relativas	Frec. absolutas	Frec. relativa	
		s			s	
<b>Pregunta 1</b>	Incorrecta	27	36.49%	12	16.22%	0.008
	Correcta	47	63.51%	62	83.78%	
<b>P2 Correctas</b>	Ninguna	2	2.70%	1	1.35%	<0.0001
	1	22	29.73%	4	5.41%	
	2	35	47.30%	12	16.22%	
	3	15	20.27%	57	77.03%	
<b>P2 Incorrectas</b>	Ninguna	52	70.27%	64	86.49%	0.002
	1	10	13.51%	7	9.46%	
	2	12	16.22%	3	4.05%	
<b>P3 Correctas</b>	Ninguna	1	1.35%	0	0.00%	<0.0001
	1	19	25.68%	5	6.76%	
	2	46	62.16%	34	45.95%	
	3	8	10.81%	35	47.30%	
<b>P3 Incorrecta</b>	Incorrecta	61	82.43%	60	81.08%	1.000
	Correcta	13	17.57%	14	18.92%	
<b>Pregunta 4</b>	Incorrecta	9	12.16%	7	9.46%	0.791
	Correcta	65	87.84%	67	90.54%	
<b>Pregunta 5</b>	Incorrecta	19	25.68%	13	17.57%	0.345
	Correcta	55	74.32%	61	82.43%	
<b>Pregunta 6</b>	Incorrecta	55	74.32%	16	21.62%	<0.0001
	Correcta	19	25.68%	58	78.38%	
<b>Pregunta 7</b>	Incorrecta	34	45.95%	22	29.73%	0.029
	Correcta	40	54.05%	52	70.27%	
<b>Pregunta 8</b>	Incorrecta	5	6.76%	0	0.00%	0.063
	Correcta	69	93.24%	73	100.00%	
<b>Pregunta 9</b>	Incorrecta	25	33.78%	4	5.41%	<0.0001
	Correcta	49	66.22%	70	94.59%	
<b>Pregunta 10</b>	Incorrecta	44	59.46%	34	45.95%	0.052
	Correcta	30	40.54%	40	54.05%	
<b>Pregunta 11</b>	Incorrecta	39	52.70%	19	25.68%	0.0003
	Correcta	35	47.30%	55	74.32%	

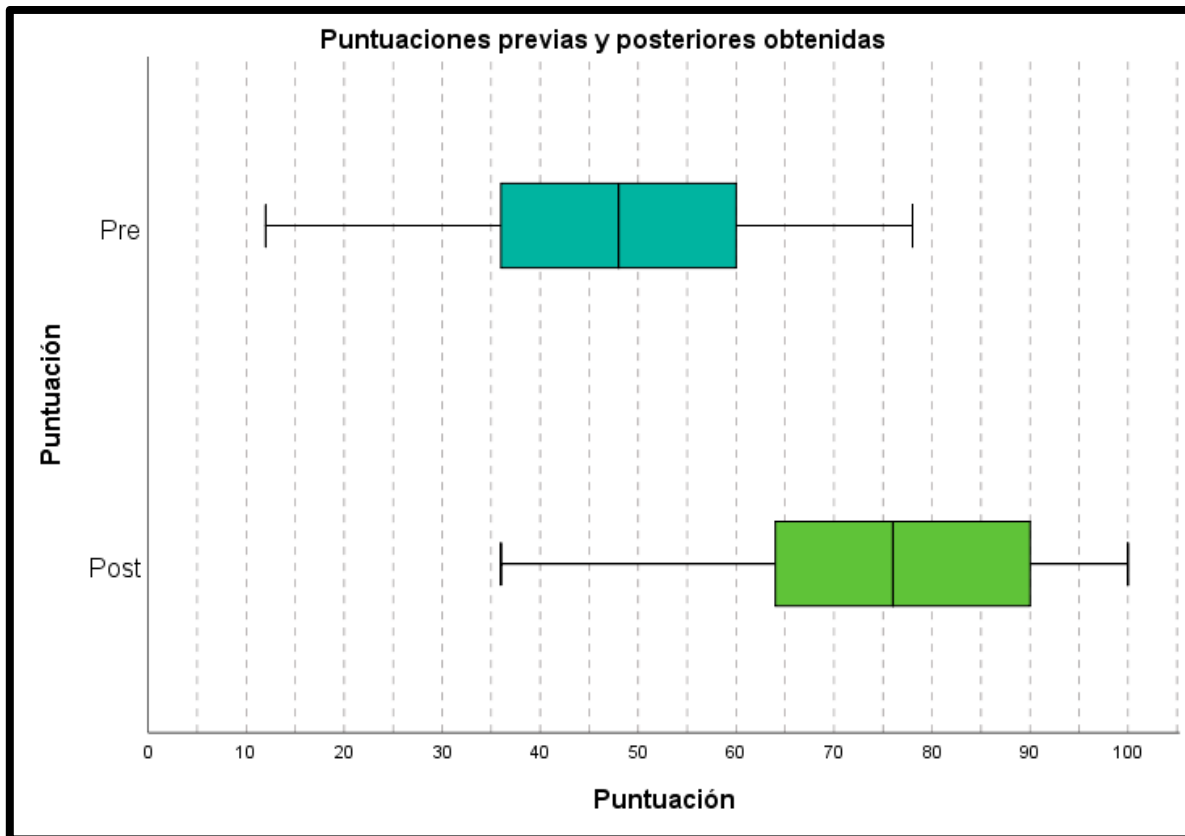
<b>Pregunta 12</b>	Incorrecta	48	64.86%	8	10.81%	<0.0001
	Correcta	26	35.14%	66	89.19%	
<b>P13</b>	Ninguna	0	0.00%	0	0.00%	<0.0001
<b>Correctas</b>	1	13	17.57%	2	2.70%	
	2	55	74.32%	26	35.14%	
	3	6	8.11%	46	62.16%	
<b>P13</b>	Ninguna	69	93.24%	73	98.65%	0.219
<b>Incorrecta</b>	1	5	6.76%	1	1.35%	
<b>Pregunta 14</b>	Incorrecta	18	24.32%	3	4.05%	0.0002
	Correcta	56	75.68%	71	95.95%	
<b>Pregunta 15</b>	Incorrecta	23	31.08%	17	22.97%	0.286
	Correcta	51	68.92%	57	77.03%	
<b>Pregunta 16</b>	Incorrecta	64	86.49%	42	56.76%	0.0001
	Correcta	10	13.51%	32	43.24%	
<b>Pregunta 17</b>	No sabía o no contestó	12	16.22%	0	0.00%	0.0004
	Tenía una idea o sabía	62	83.78%	74	100.00%	

**Cuadro 3.** De las 17 preguntas 13 muestran que hubo aprendizajes significativos, los cuales se señalan en color verde para los valores de p.

Puesto que las puntuaciones no presentan una distribución aproximada a la normal, su representación tabular se establece mediante la mediana y el rango percentil. La prueba de rangos de Wilcoxon para medidas relacionadas y el cálculo de su significancia exacta bilateral indican que la puntuación obtenida por los estudiantes fue diferente después del periodo de enseñanza. Las medianas y los rangos que se muestran en cuadro 4, y en la gráfica 5 contigua muestran que la puntuación fue mayor en la segunda aplicación del examen.

#### **Cuadro 4. Medianas y rangos entre *pretest* y *posttest***

Puntuación Pre			Puntuación Post			Z	p
n	Mediana	Rango percentil	n	Mediana	Rango percentil		
74	48	36-60	74	76	64-90	-7.081	<0.0001



**Grafica 4.** Resume a manera de caja y bigote los rangos percentiles entre el *pretest* y *postes*

Los análisis muestran que hubo cambios significativos en el conocimiento de las enzimas luego de la aplicación de la secuencia didáctica.

Para el reactivo numero 3 no hubo cambios significativos en la respuesta en el *pre* y *postest*, esta pregunta corresponde a las características de una reacción química, por lo que se puede implementar una actividad de reforzamiento como un cuadro comparativo entre mezcla y reacción química o bien un cuadro donde describan las características de una reacción química.

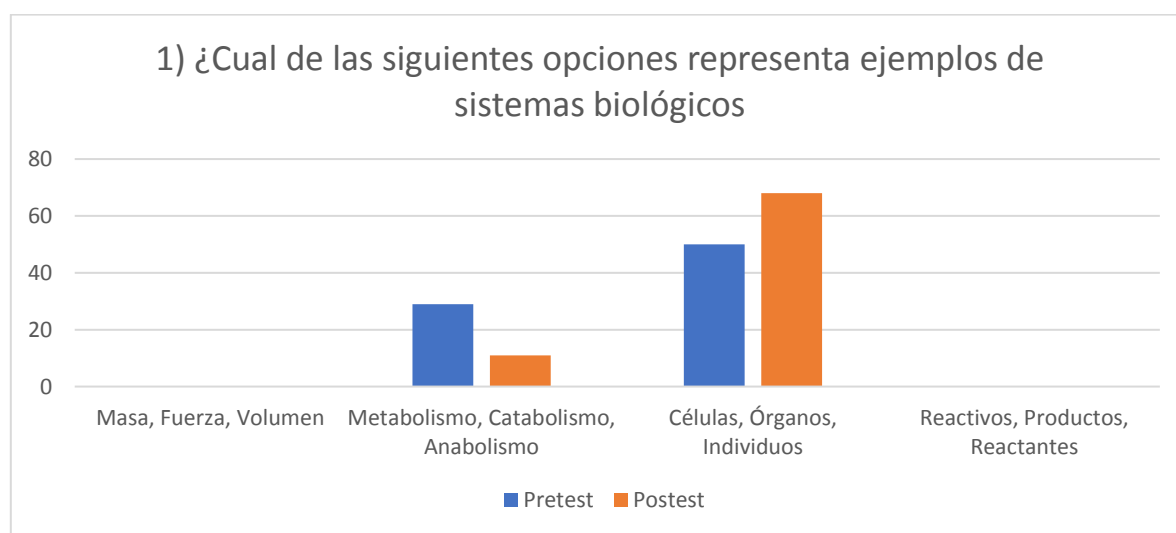
En la pregunta 4 tampoco hubo cambios significativos entre la aplicación de *pre* y *post test*, en este caso no se requiere un reforzamiento del tema ya que los alumnos identifican bien lo que es y el significado del metabolismo, lo mismo ocurre con la pregunta número 5 y 8.

La pregunta 10 es uno de los reactivos que corresponde a la temática de enzimas, en la que no existe un cambio significativo entre la aplicación del *pre* y *postest*, se considera que los alumnos necesitan reforzar la idea de que las enzimas modifican la energía de activación en una reacción química, razón por la cual son catalizadores, quizás en la secuencia se puedan implementar más videos o nuevos materiales donde se especifique este punto.

La pregunta 15 no muestra cambios, debido a que los alumnos mantuvieron su respuesta al seleccionar la opción de que un inhibidor es un sustrato que se une temporal o permanentemente a una enzima impidiendo que realice su función, quizás no hubo cambios significativos por que la palabra “inhibidor” hace implícita la respuesta.

Por último, la pregunta 16 sí hubo cambios significativos, los alumnos fueron capaces de reconocer que una enzima alostérica cambia la estructura de su sitio activo, sin embargo, la frecuencia de alumnos que seleccionó la respuesta correcta en el *postest* fue de menos de la mitad de alumnos por lo que valdría hacer un refuerzo en el tema.

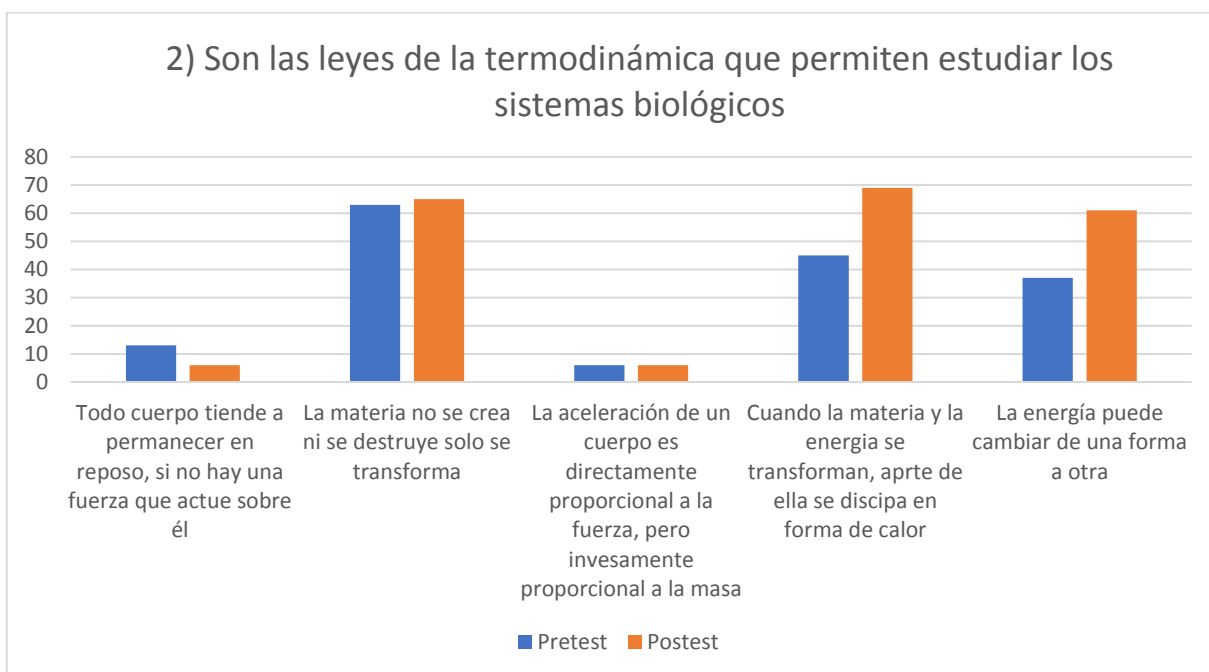
A continuación, se muestran una serie de gráficas de barras, en el título se encuentra la pregunta, el momento de aplicación (*Pretest* barras azul y *Postest* barras naranjas), el eje de las ordenadas indica el número de alumnos, mientras que en el eje de las abscisas las respuestas.



En el *pretest*, el 37 %, confunden los sistemas biológicos con procesos como el metabolismo, catabolismo y anabolismo. Durante el *postest* esta cifra se reduce a más de la mitad con el



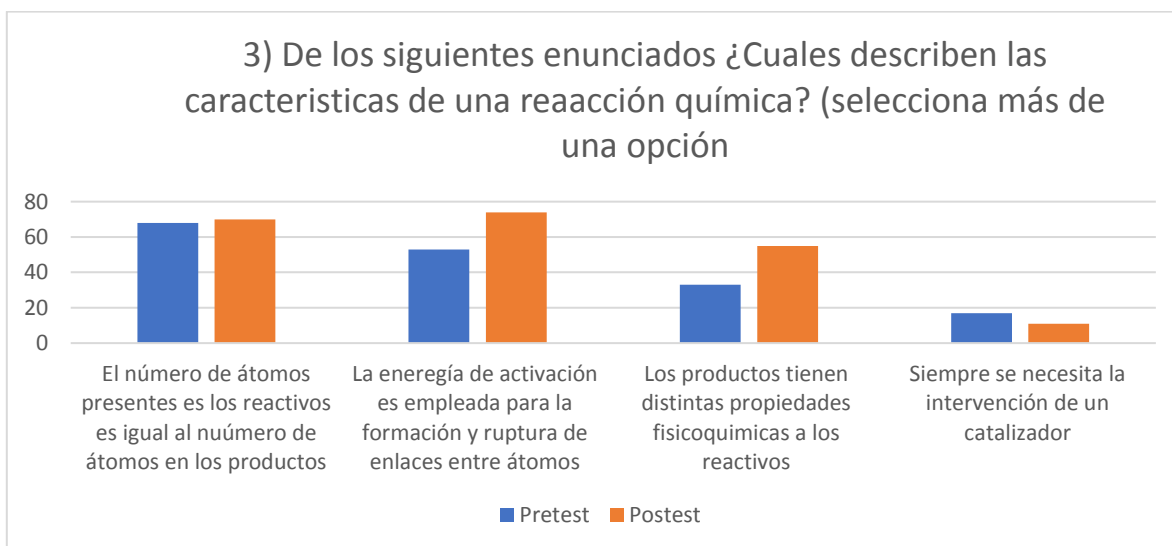
14% lo que indica, que en menor medida siguen confundiendo a los sistemas biológicos con los procesos metabólicos, en ninguna de las dos aplicaciones los alumnos seleccionaron la opción que describe vectores físicos (masa, fuerza y volumen) o los componentes de una reacción química (reactivos, reactantes y productos), durante el *pretest* 37% de los alumnos seleccionaron la respuesta correcta mientras que en el *post test* la elección de la respuesta aumenta a 86%.



La pregunta 2 consiste en seleccionar más de una opción, para identificar las tres leyes de la termodinámica que rigen a los seres vivos, dos de las opciones pertenecen a las leyes de Newton, de las cuales durante el *pretest* 16% de los alumnos seleccionaron la primera (“todo cuerpo tiende a permanecer en reposo”), 8 % seleccionó la opción (“la aceleración de un cuerpo es directamente proporcional”), el 80% identificó la primer ley de la termodinámica (“la materia no se crea ni se destruye”), 57% identificó (“la energía cuando se transforma se disipa”), mientras que la ley que menos identifican con 47% es la quinta opción (“la energía puede cambiar de una forma a otra”).

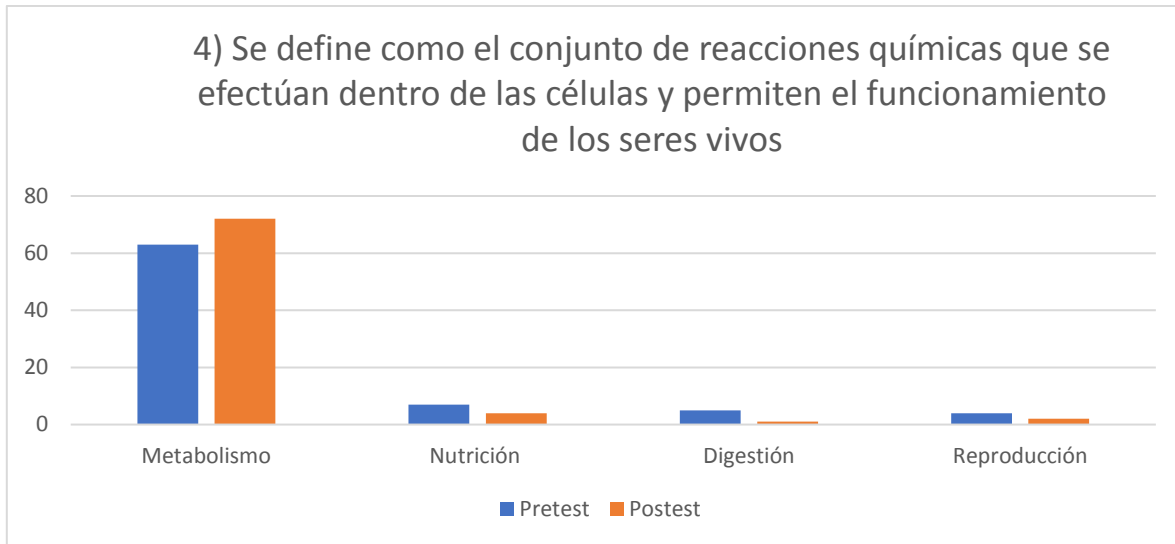
Para el *posttest* el 16% seleccionó las dos leyes de Newton como respuesta equivocada, 82% seleccionó la primera ley (la materia no se crea ni se destruye), 87% la segunda ley

(cuando la materia y la energía se transforman...) y 77% eligió la tercera ley (la energía puede cambiar de una forma a otra).



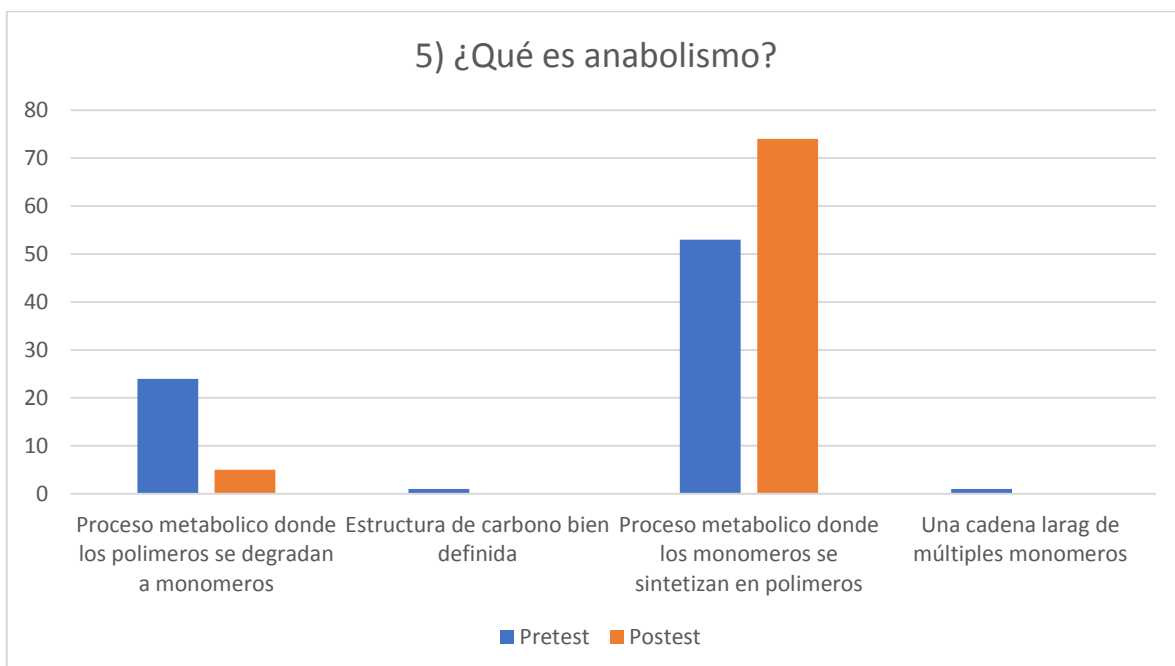
La pregunta 3 al igual que en la anterior, los alumnos deben seleccionar tres opciones, el 86% de ellos en el *pretest* identificó que dentro de una reacción química se da la conservación de la materia (con la respuesta el número de átomos es igual en reactivos que en productos), de igual manera 67% identificó que se requiere de energía de activación para la formación y ruptura de enlaces; 42% de los alumnos respondieron que los productos tienen distintas propiedades fisicoquímicas a los reactivos, 22% seleccionaron la opción de que en una reacción siempre se requiere de un catalizador.

En el *posttest*, 89% de los alumnos reconoció la primera opción donde el número de átomos en los productos es igual en los reactivos, 94% reconoció a la energía de activación para la ruptura y formación de enlaces dentro de una reacción química, 70% identificó que los productos tienen distintas propiedades fisicoquímicas a los reactivos y 12% de los alumnos seleccionan la opción de que en una reacción siempre se requiere de un catalizador.



La pregunta 4 tiene por objetivo reconocer el metabolismo, 80% de los alumnos lo reconocieron dentro de las opciones, 9% lo confundió con nutrición, 6% con digestión y 5% con reproducción.

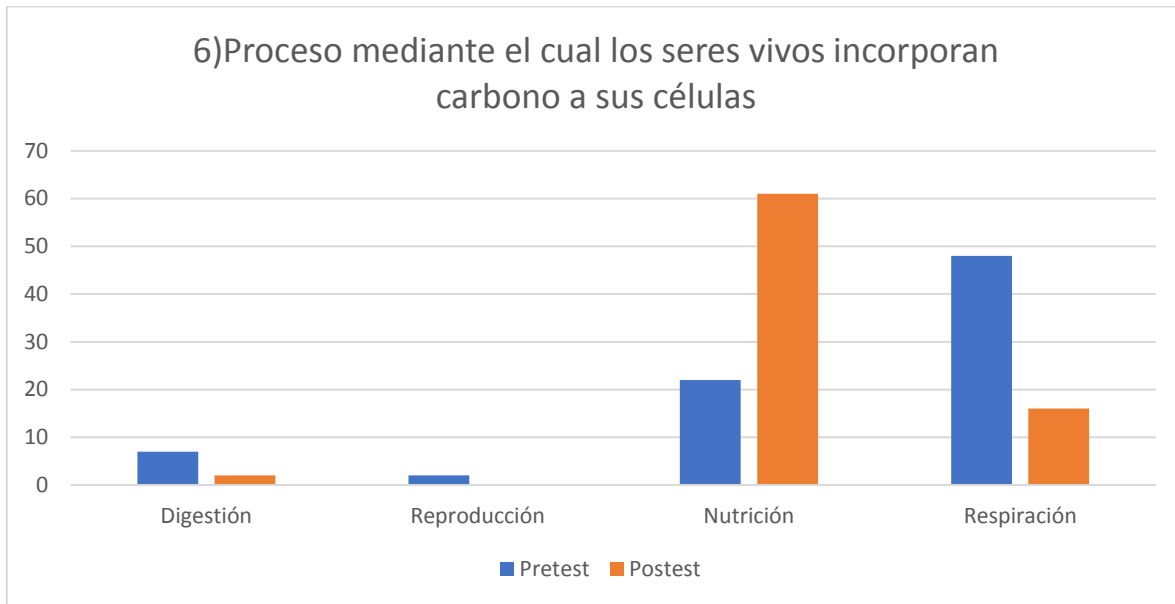
En *postest* 91% de los alumnos son capaces de reconocer el metabolismo, 5% aún siguen confundiendo el metabolismo con nutrición, 1% con digestión y 3% con reproducción.



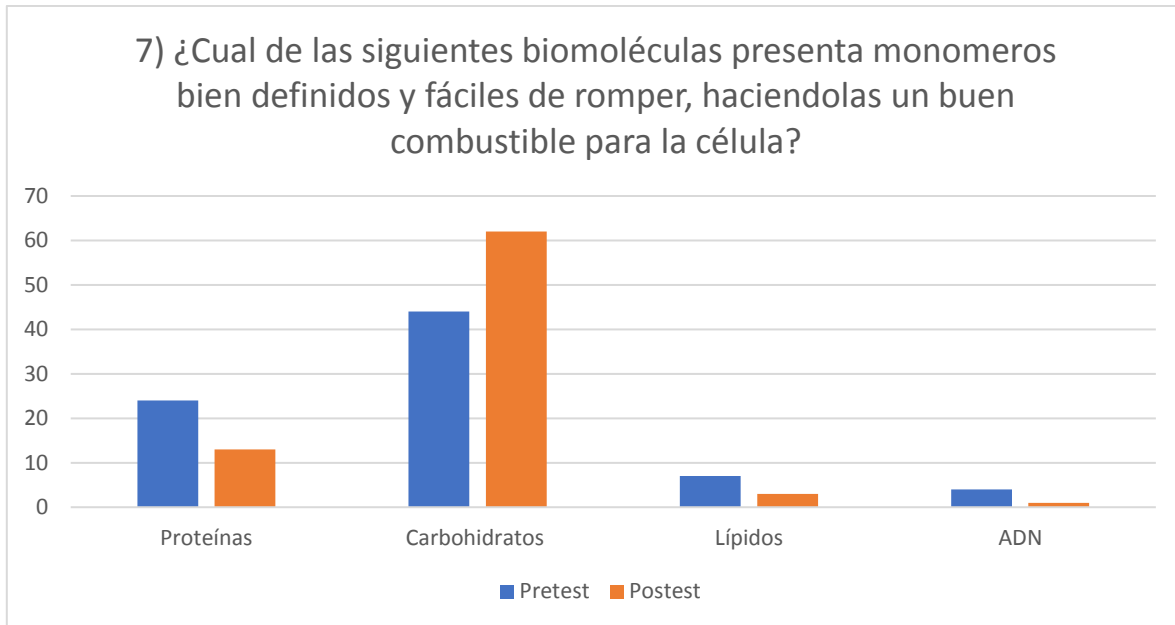
En la pregunta 5, el 30% confundieron el anabolismo con catabolismo como primera opción, 1% con un monómero al seleccionar que es una estructura de carbono bien definida, otro 1%

lo confundió con polímeros al seleccionar la opción una larga cadena de múltiples monómeros, 67% lo reconoce de la manera adecuada como un proceso de síntesis.

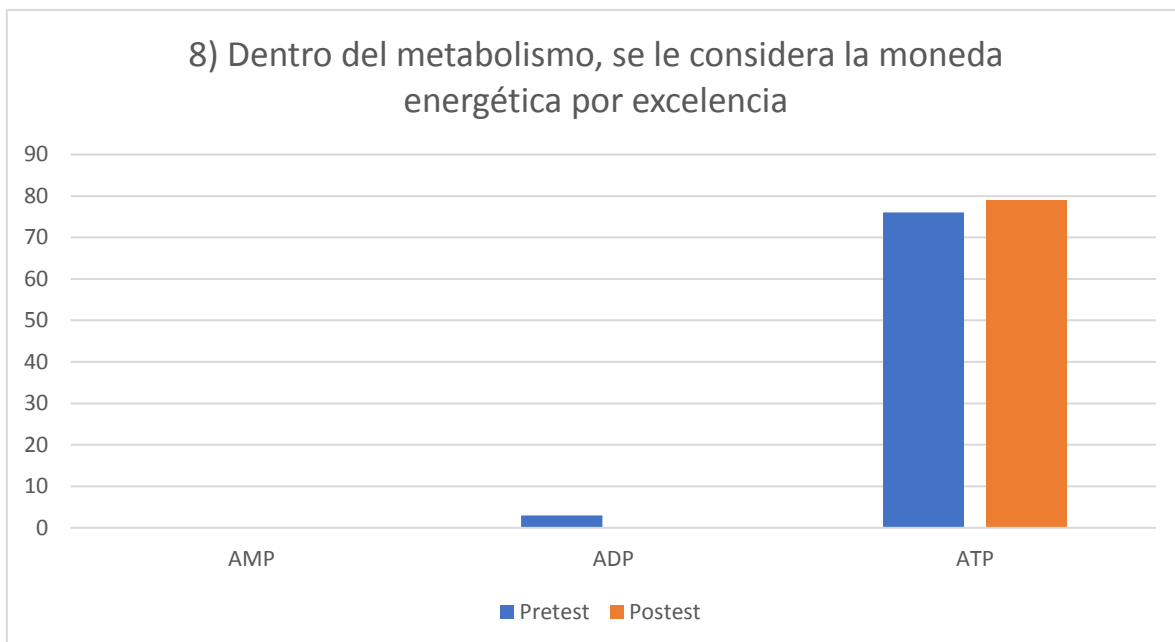
En el *postest* 6% de los alumnos siguen confundiendo catabolismo con anabolismo, al seleccionar la primera opción, mientras que 94% son capaces de reconocerlo.



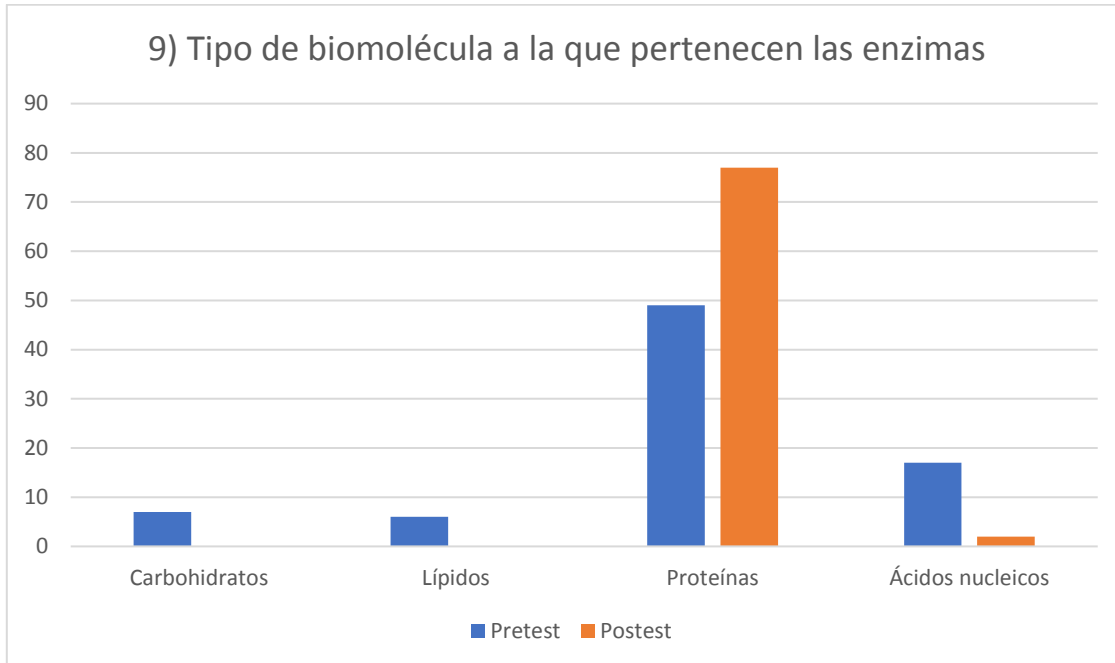
La pregunta 6 tiene por objetivo que el alumno identifique el proceso de nutrición como la obtención de carbono en el *pretest*, el 61% lo confundió con respiración 22% con la digestión, 3% con la reproducción y 28% selecciona la opción correcta. Para el *postest* 77% reconoce la nutrición, 20% sigue con la respuesta de respiración y el 3% con digestión.



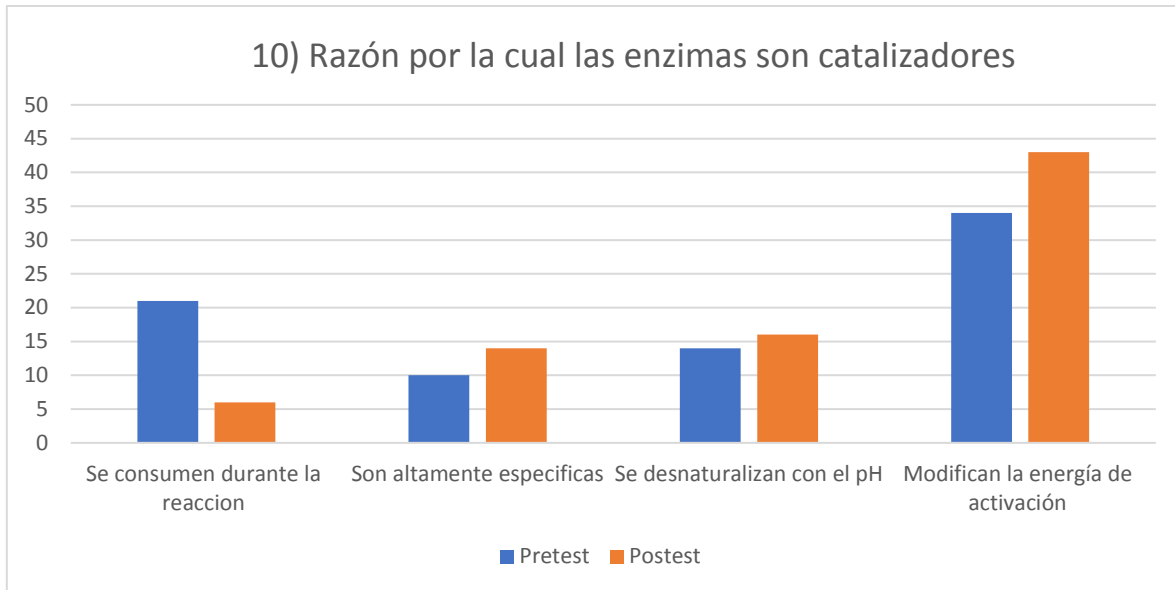
La pregunta 7 tiene por objetivo que los alumnos reconozcan el principal grupo de biomoléculas a partir del cual la célula obtiene fácilmente energía, en el *pretest* 56% de los alumnos dieron la respuesta adecuada (carbohidratos), 30% respondió que son las proteínas, 9% que son los lípidos y el 5% el ADN. En el *posttest* 78% establece la respuesta adecuada (carbohidratos), 16% seleccionó proteínas, 4% lípidos y 1% ADN



La pregunta 8 muestra que en el *postest* el 96% de los alumnos reconocieron al ATP como la moneda energética dentro del metabolismo y el 4% lo confundió con al ADP, y durante el *postest* el 100% contestaron con la respuesta correcta.

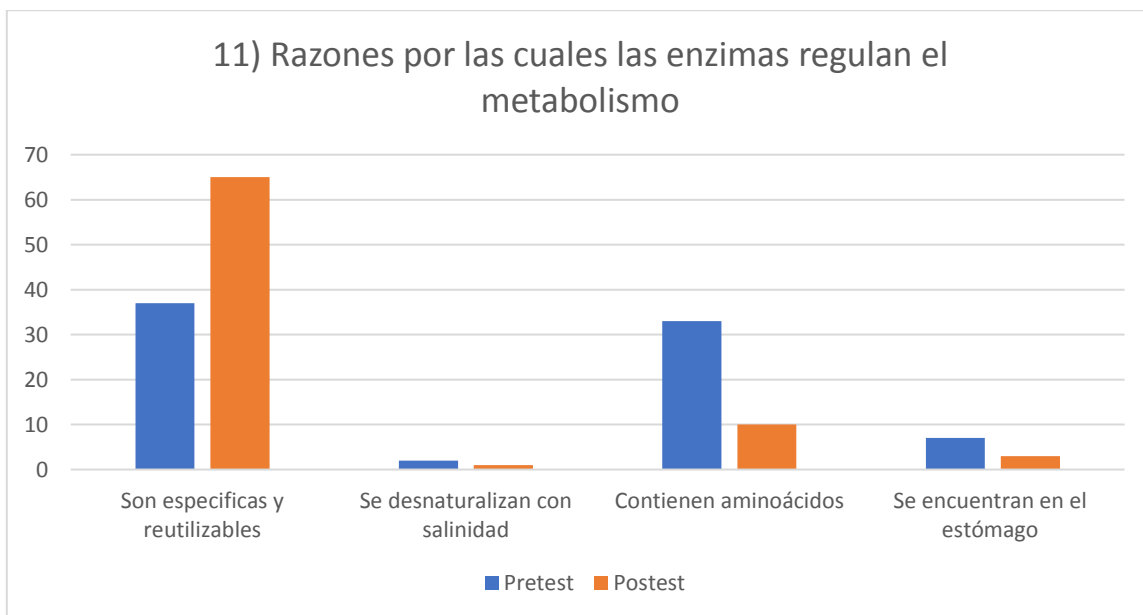


La pregunta 9 tiene por objetivo que los alumnos identifiquen a las enzimas dentro de las biomoléculas denominadas proteínas, en el *pretest* 62% la identificó dentro de esta opción, 22% de los estudiantes las ubicó como ácidos nucleicos 9% respondió carbohidratos y otro 8% lípidos, en el *postest* 95% de los alumnos seleccionó la respuesta adecuada.



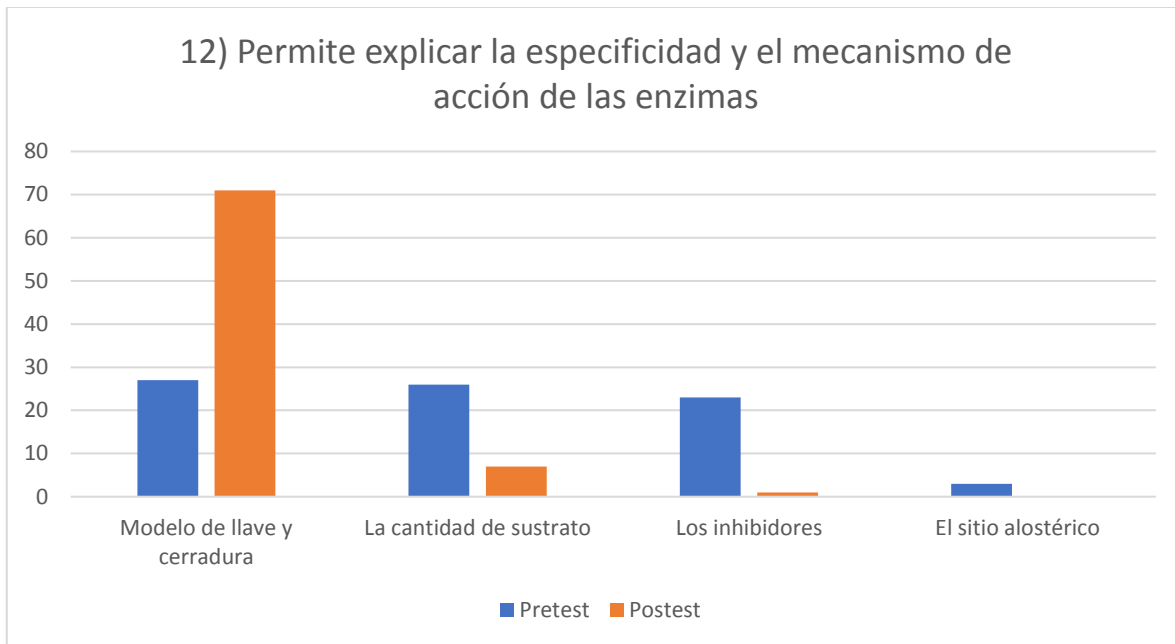
Para la pregunta 10 en el *pretest*, el 27% de los alumnos contestó de manera errónea, con la opción de que las enzimas consumen durante la reacción, 13% respondió que son altamente específicas, 18% se desnaturaliza con el pH, 43% seleccionó de manera adecuada, modifican la energía de activación.

En el *postest* 55% de los alumnos contestó de manera adecuada (modifican la energía de activación), 24% respondió porque se desnaturalizan con el pH, 18% seleccionó porque son altamente específicas y otro 8% por que se consumen durante la reacción.



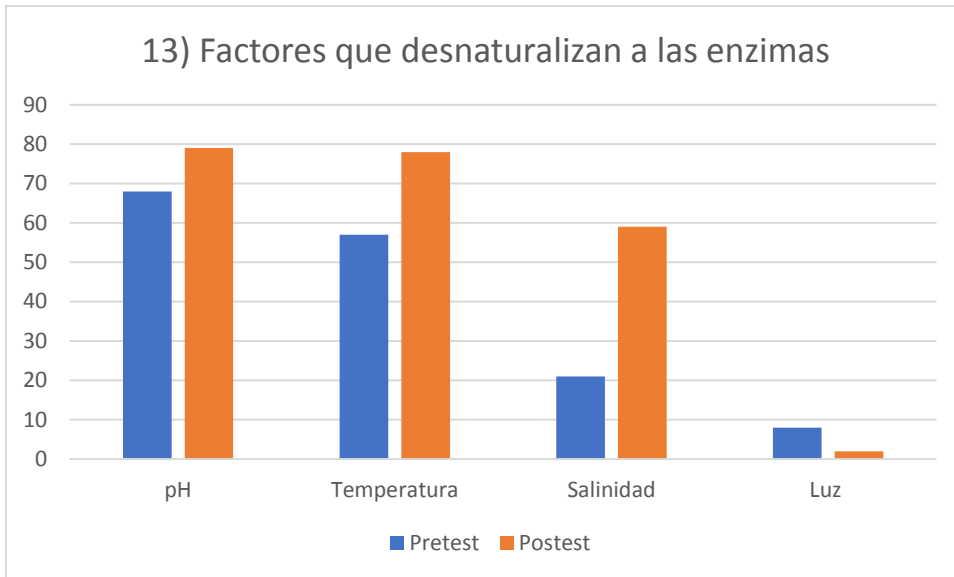
En el reactivo número 11 en *pretest*, el 47% del alumnado eligió la respuesta adecuada debido a que son específicas y reutilizables, 42% que las enzimas regulan el metabolismo por que contienen aminoácidos, 9% respondió a que se encuentran en el estómago y 3% debido a que se desnaturalizan con salinidad.

En el *postest* 82% eligieron la respuesta adecuada, 13% respondió debido a que contiene aminoácidos, 4% seleccionó debido a que se encuentra en el estómago, y 1% se desnaturalizan con salinidad.

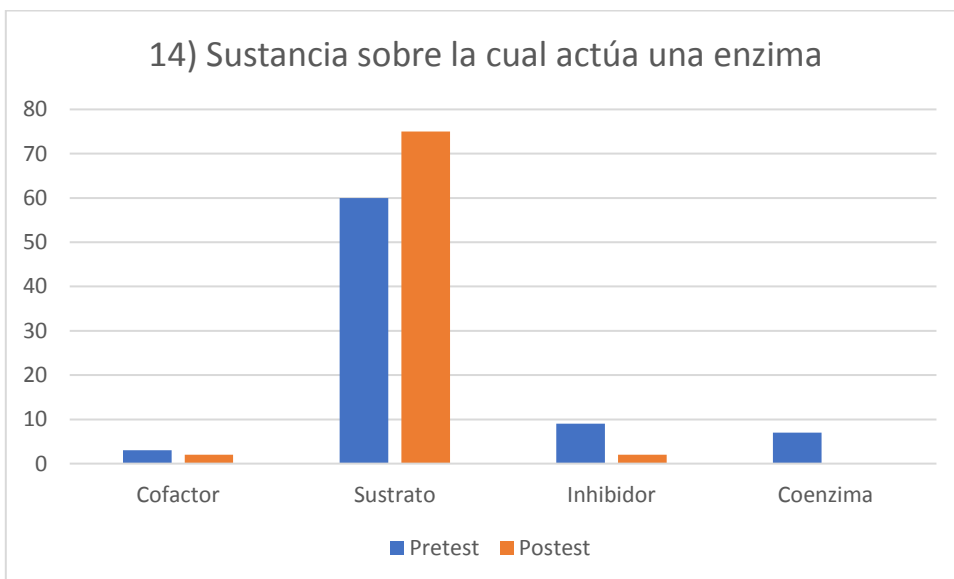


Para la pregunta 12 en *pretest*, 34% de los alumnos seleccionaron la respuesta correcta, el modelo de llave y cerradura, otro 33% respondió a la cantidad de sustrato, 29% los inhibidores y 4% el sitio alostérico, en el *postest*, 90% de los alumnos seleccionó la respuesta correcta y 9% siguió respondiendo la cantidad de sustrato y 1% los inhibidores.

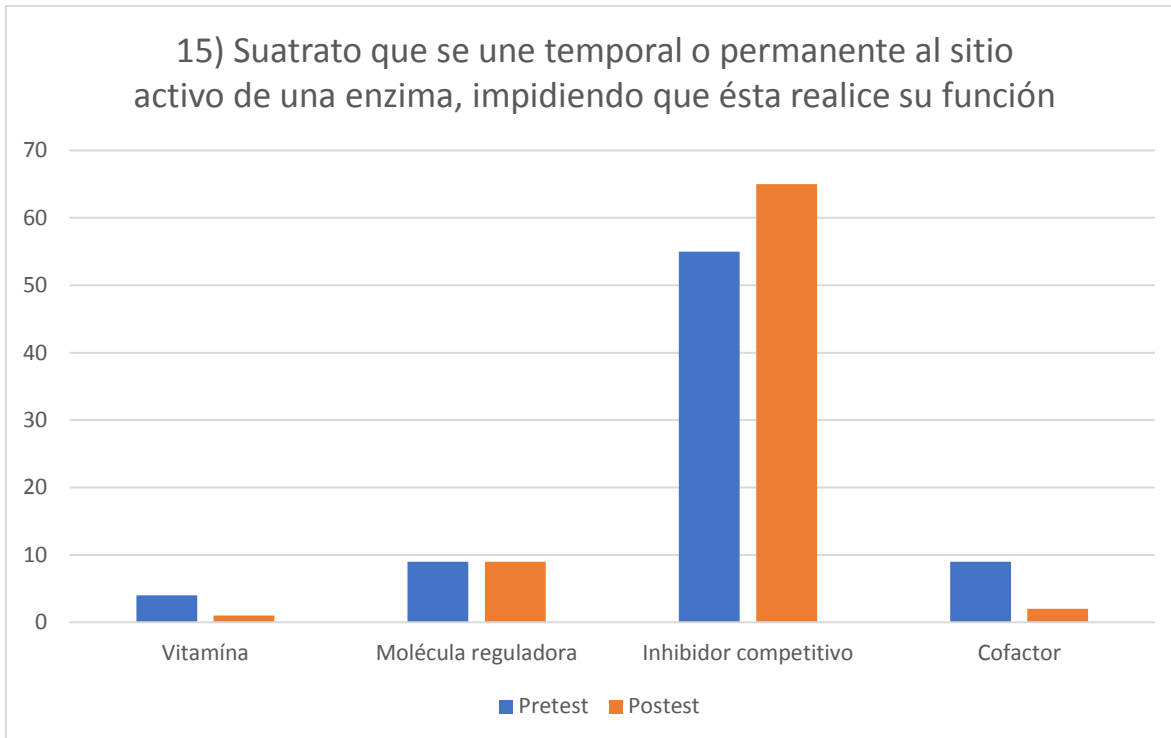




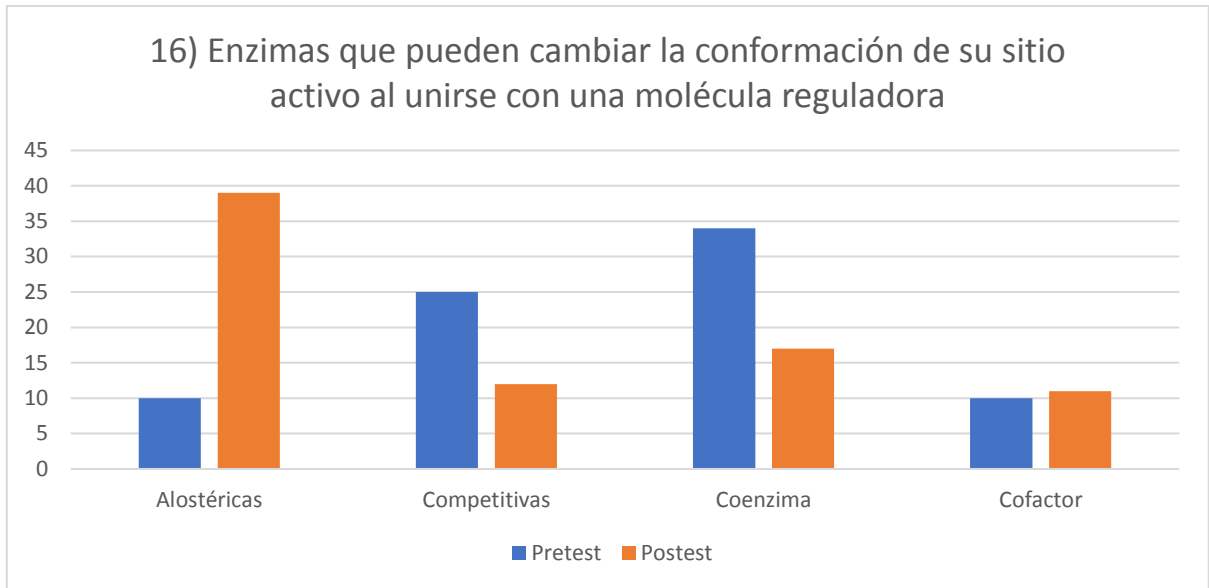
La pregunta 13 los alumnos pueden seleccionar más de una opción, durante el *pretest* 86% de los alumnos identificó el pH, 72% la temperatura y 27% la salinidad como factores que desnaturalizan a las enzimas; 10% de ellos seleccionó la opción incorrecta luz. En el *posttest* el 100 % de los alumnos seleccionó pH y 99% temperatura como la respuesta más común, 75% de los alumnos seleccionan salinidad y 3% luz.



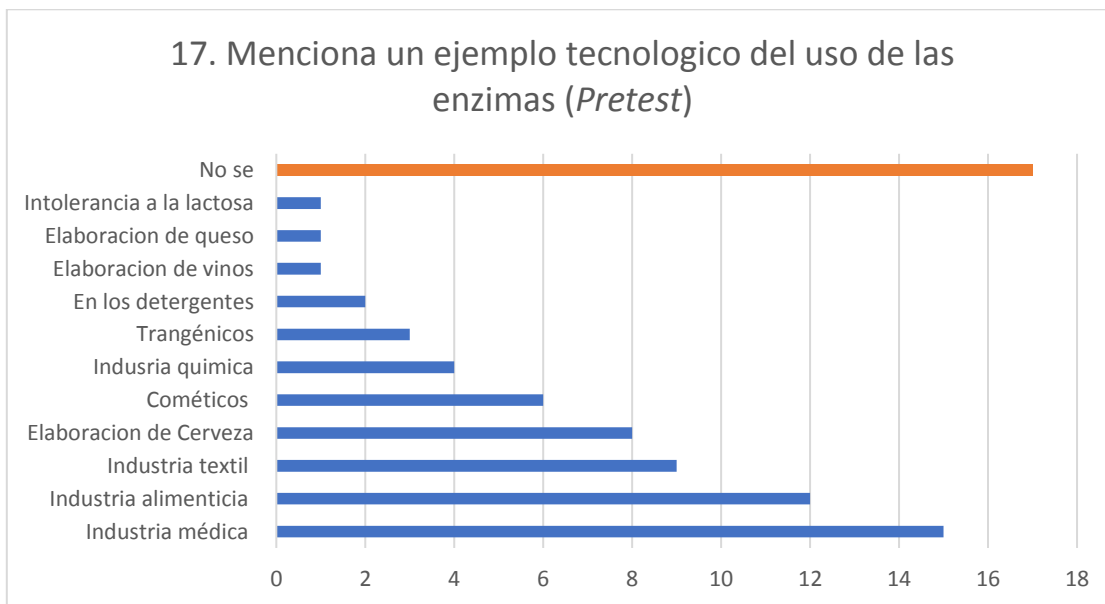
Para el reactivo 14 en *pretest*, 76% seleccionó la opción correcta sustrato, 11% coenzima, 9% inhibidor y 4% selecciona la opción de cofactor. En *posttest* 96% seleccionó la opción correcta y el 3% continuó respondiendo la opción de cofactor y otro 3% la opción inhibidora.



La pregunta 14 tiene por objetivo que los alumnos reconozcan a los inhibidores competitivos, en el *pretest* 70% de los alumnos seleccionan la opción correcta, 11% seleccionó la opción molécula reguladora, 11% cofactor y 5% la opción vitamina. En el *postest* 82% seleccionó la opción correcta, 11% molécula reguladora, 3% cofactor y 1% la opción vitamina.

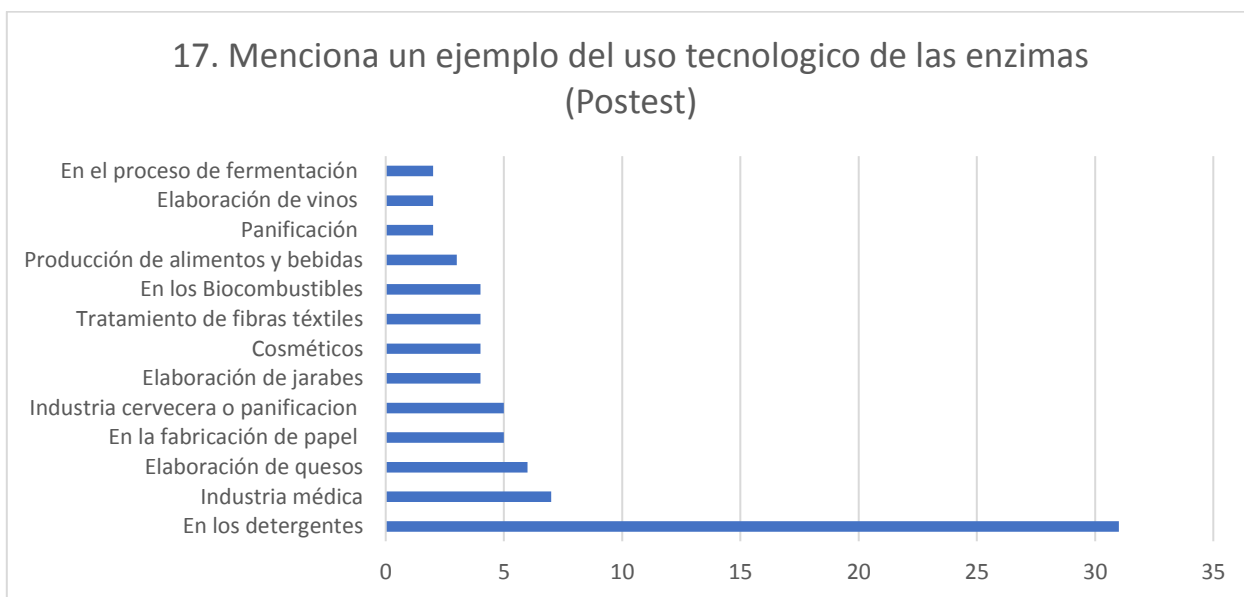


En el reactivo 16 durante *pretest*, 43% de los alumnos seleccionaron la opción incorrecta coenzima, otro 13% selecciona cofactor y 32% competitivas, solo 13% contestó con la opción correcta alostérica. En *posttest* 49% de los alumnos selecciona la opción correcta, 22% selecciona coenzima, 14% cofactor y 15% selecciona la opción competitiva.



El 22% de los alumnos en el *pretest* afirmaron no saber o desconocer algún ejemplo del uso tecnologico de las enzimas, 19% contestaron en la industria médica o farmacéutica, 15% en la industria alimenticia, 11% en la industria textil, 10% en la elaboración de cerveza, 8% en

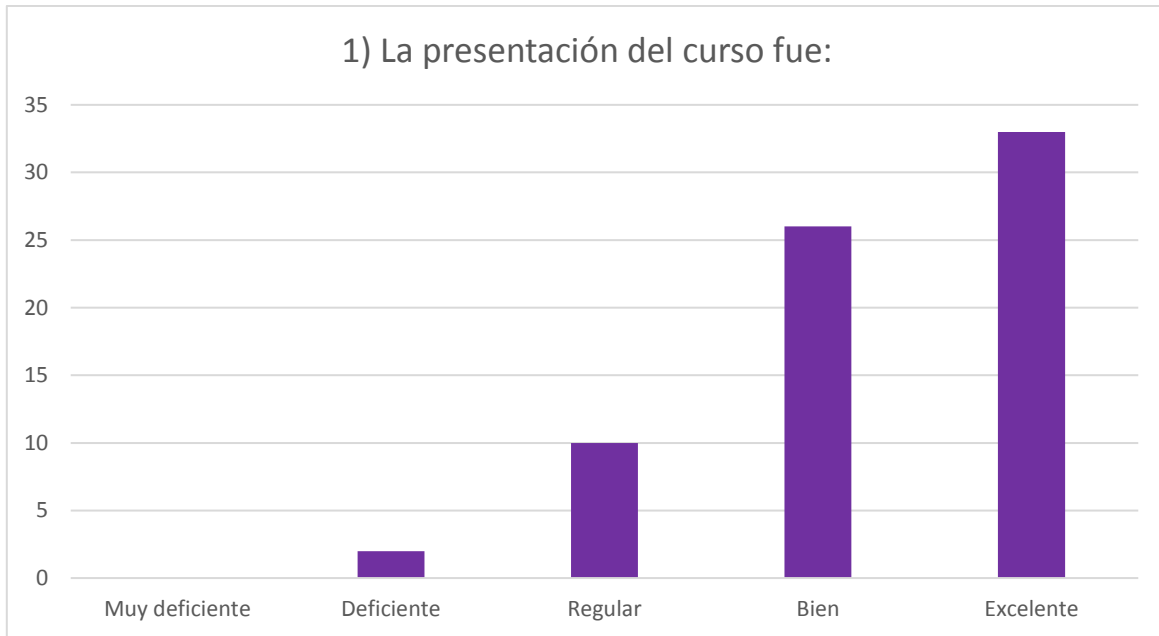
los cosméticos y el resto da respuestas como en los transgénicos, elaboración de vinos, quesos etc.



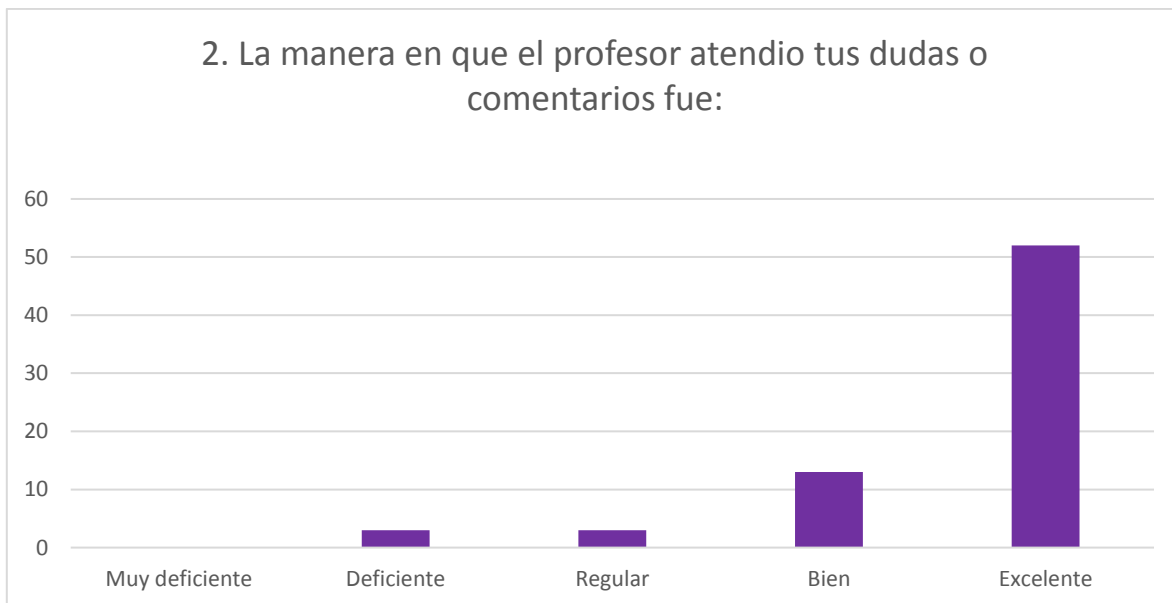
En el *postest* 39% respondió como ingrediente en los detergentes, 9% continuó respondiendo en la industria médica o farmacéutica, 8% en la elaboración de quesos y el resto dió respuestas como en la elaboración de cosméticos, el tratamiento de fibras, en los biocombustibles, ejemplos que se abordan en la última lectura revisada con los alumnos.

#### **Valoración de la secuencia didáctica por parte de los alumnos.**

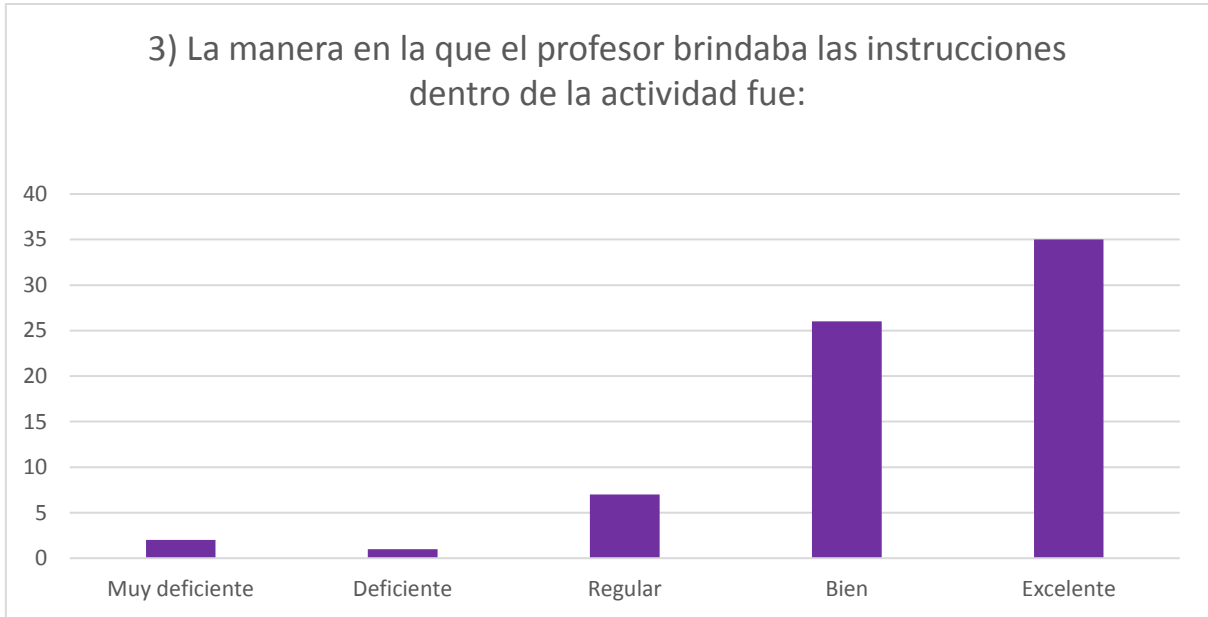
A Continuación, mediante la escala de valoración Likert se muestra la valoración de la secuencia didáctica por parte de los alumnos.



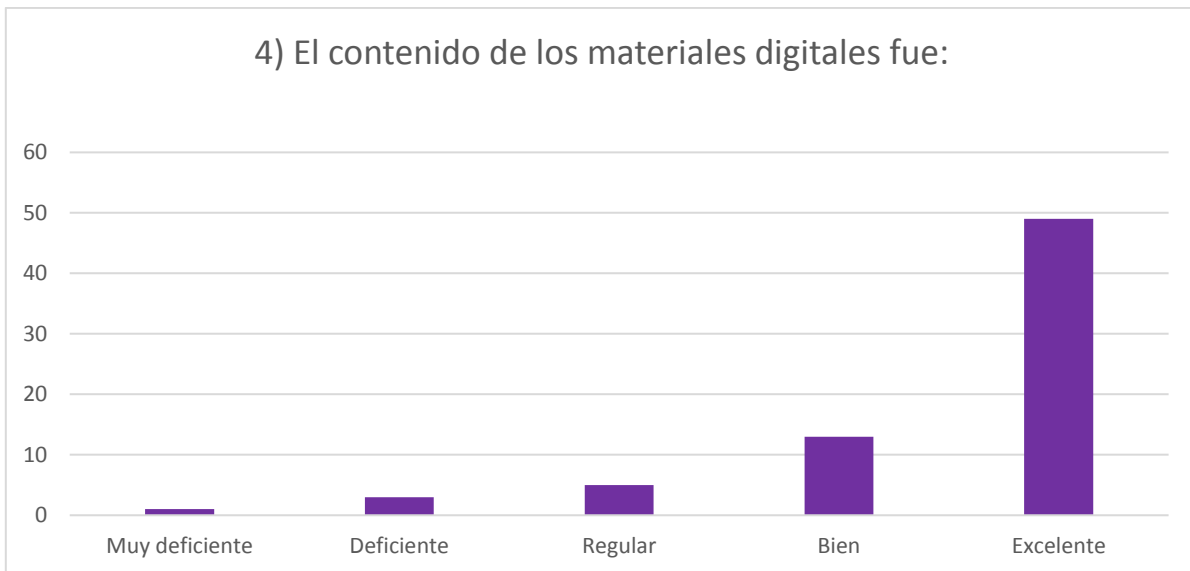
46% de los alumnos consideró que la presentación del curso fue excelente, 37% buena, 14% regular y 3% deficiente.



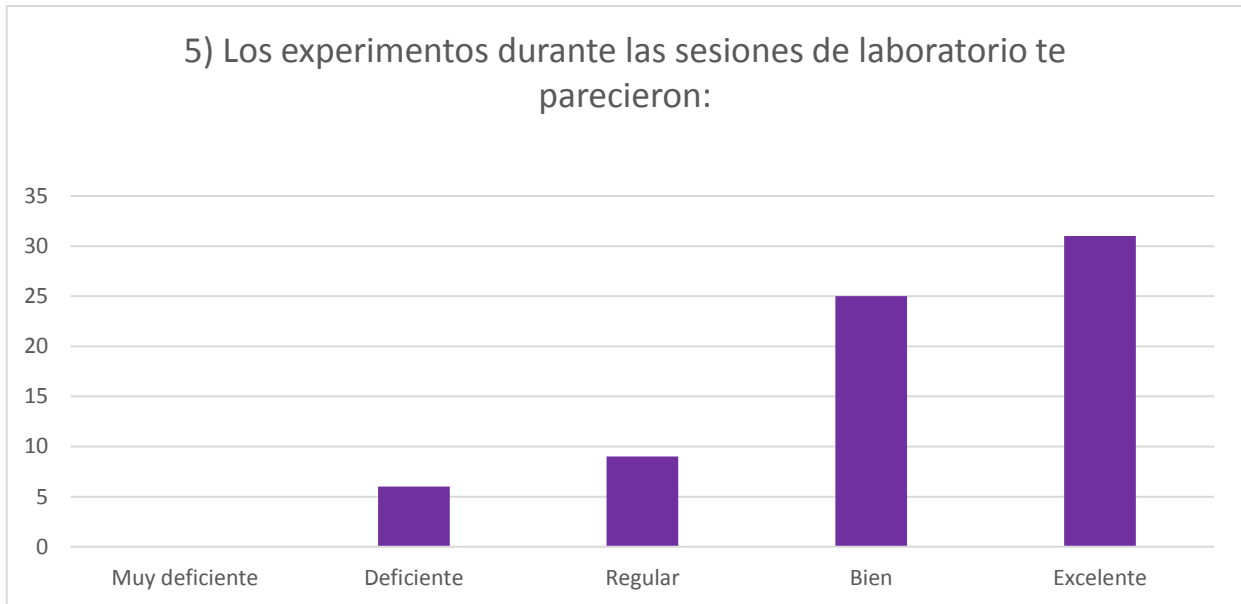
73% de los alumnos comentó que la manera en que el profesor atendió las dudas o comentarios fue excelente, 18% buena, 4% regular y 4% deficiente.



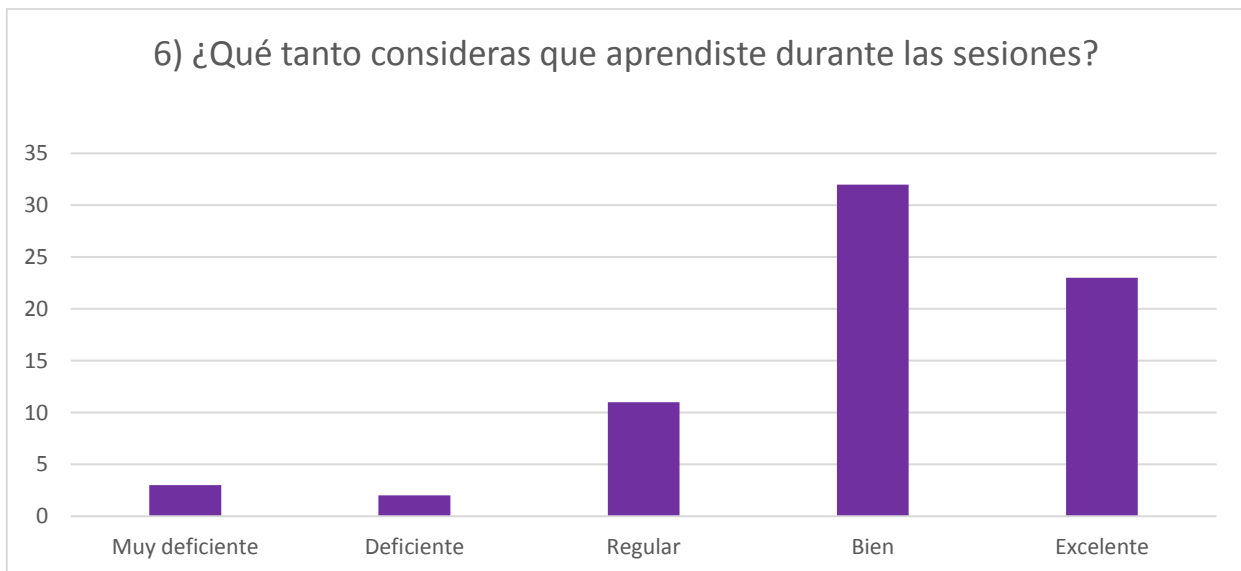
49% consideró que el profesor brindó instrucciones de manera excelente dentro de las actividades, 37% consideró bien, 10% regular, 1% deficiente y 3% muy deficiente.



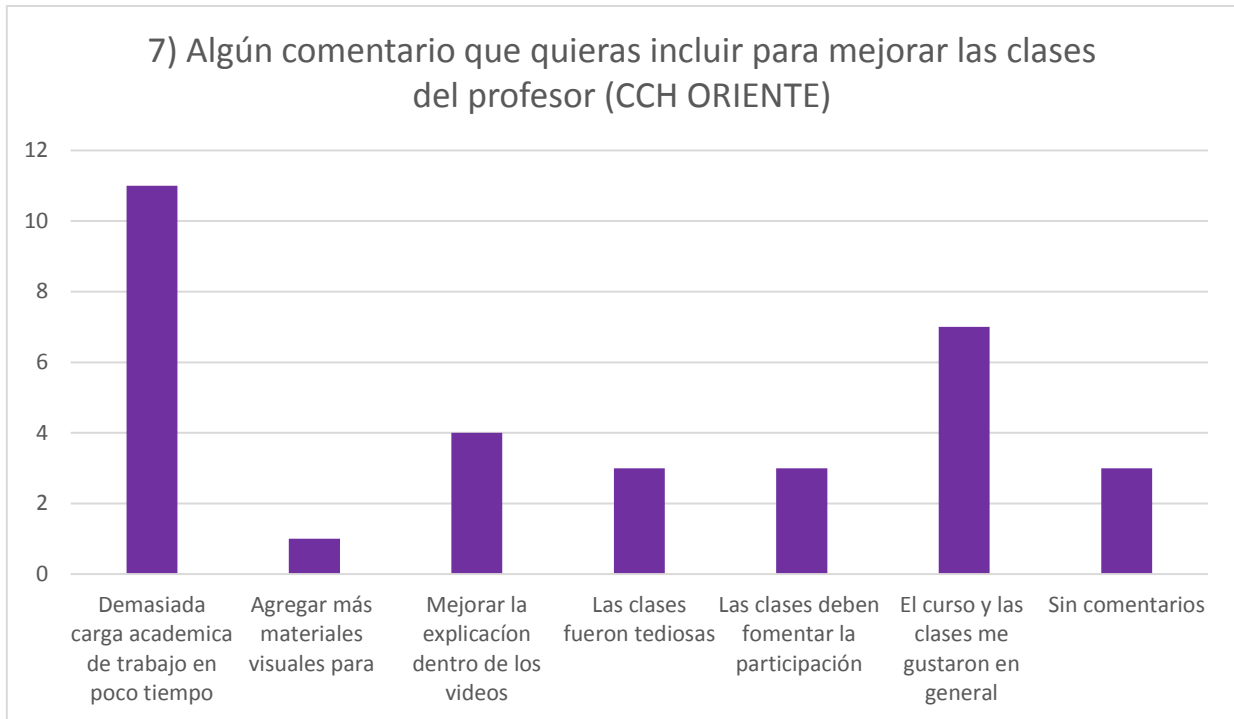
69 % de los alumnos opinó que los materiales digitales fuerón excelentes, 18% bien, 7% regular, 4% deficiente y 1% lo consideraron muy deficiente.



44% de opinó que las sesiones virtuales de laboratorio y los experimentos realizados fueron excelentes, 35% les parece bien, 13% regular y 8% deficiente.



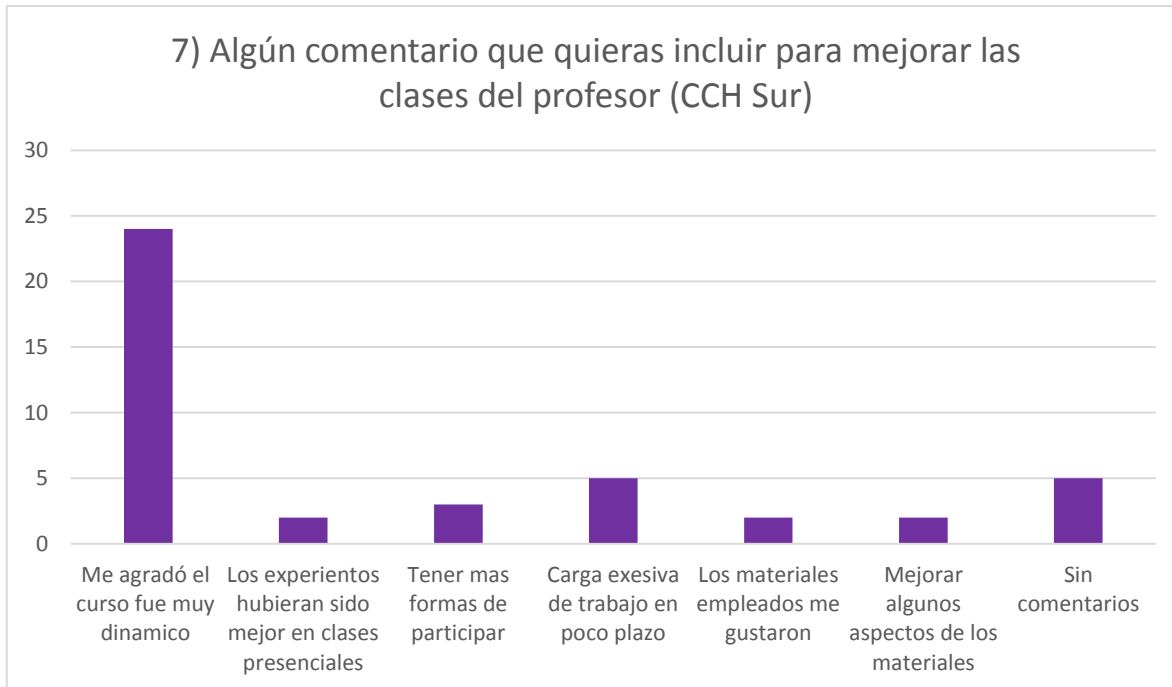
32% consideró que los aprendizajes que obtuvo fueron excelentes, 45% buenos, 15% regulares, 3% deficientes y 4% muy deficientes.



La última pregunta de la valoración del curso fue abierta, y los alumnos colocaron sus respectivos comentarios, 40% comentan que: “han tenido una carga excesiva de trabajo en poco tiempo, aplicando no solo para el curso si no en otras materias”, 25% comentaron que en general “les gustó el curso”, 14% que “se debe mejorar la explicación dentro de los videos”, 10% que “las clases fomentarán más la participación”, 10% las clases se le “hicieron tediosas”, 10% “sin comentarios” y 3% sugiere “el empleo de más materiales visuales como videos”.

Al considerar que los alumnos han tenido una carga excesiva de trabajo, y que en la secuencia se les pidió reportes escritos de laboratorio en lapsos cortos de tiempo se optó por cambiarlos por V de Gowin; por otra parte, puede que los alumnos consideren tedioso tener que elaborar mapas mentales por lo que en esta segunda aplicación de la secuencia se añadieron actividades como la infografía y el diagrama de caja, haciendo de la secuencia más aceptable para el alumno.





El 56% de los alumnos opinó que el curso les agradó, se les hizo muy dinámico, 12% consideró que el curso contenía una carga excesiva de trabajo y los tiempos de entrega eran muy cortos, otro 12% no tiene comentarios, 7% le hubiera gustado más dinámicas de participación dentro de la clase y destacó un 5% con el comentario de que los experimentos le hubieran agradado más en clases presenciales.

### 7.1 Análisis integral de la secuencia didáctica

El interés por desarrollar una secuencia didáctica para la temática de enzimas, se debe a que es un tema integral que permite enseñar y aprender la diversidad de organismos a partir de su metabolismo, así como las implicaciones tecnológicas que se pueden apreciar en la vida cotidiana. Así mismo, la temática se puede adaptar fácilmente a un experimento casero y ajustarlo a una modalidad a distancia. En este apartado se analizarán las ventajas y desventajas de la secuencia, además de sugerencias a mejorar para que el docente lo pueda implementar de una manera óptima.

Las temáticas desarrolladas en la secuencia didáctica tienen transversalidad con materias como Física y Química, para tener una visión más profunda acerca de los datos recabados

debemos analizar cómo construyen conocimientos nuestros estudiantes, esto es un buen punto de partida para mejorar cualquier estrategia que implementemos.

El primer obstáculo al que se enfrenta el alumnado dentro de la secuencia didáctica y que constituye uno de los andamiajes para comprender la temática de enzimas es el concepto de reacción química, por ejemplo: en la actividad de RA-P-RP, en la sección de respuesta anterior, los alumnos tienen la concepción previa de que una reacción química es una mezcla.

Las preconcepciones o concepciones previas, suelen venir generalmente del medio y a partir de ideas asumidas en la cultura, en particular, a las transmitidas a través del lenguaje, cuyo significado forma parte de la vida cotidiana; para los adolescentes la realidad del mundo natural coincide con sus percepciones sensoriales (Johnstone *et al.*, 1994).

Por ello, en la vida corriente todos los materiales productos o sustancias son considerados mezclas (Pozo y Gómez, 1998), por lo que no es de extrañar que los estudiantes relativicen el concepto de “reacción química” como una mezcla a partir de cualidades observables (color, olor, sabor, utilidad, etc.) o bien que den una interpretación a partir de hechos o contenidos desarrollados en el aula (San Martí e Izquierdo, 1995; López y Vivas, 2009; Mata *et al.*, 2011).

Este ejemplo nos ayuda a comprender el por qué los alumnos tienen concepciones tan literales para otros conceptos como el de “síntesis”, “degradación” o “quema de calorías” (en lugar de su oxidación). Al término de la sesión se les preguntó lo que harían para demostrar una reacción química y algunos respondieron con ebullición de agua o derretir un trozo de hielo, lo cual demostró que confunden un cambio físico en la materia con un cambio químico.

Aquí el obstáculo al que se enfrentan los estudiantes es que no son capaces de relacionar los cambios observables en términos de escalas, es decir, tienen una visión general pero ingenua sobre el mundo natural a nivel microscópico y molecular. Debido a que es difícilmente perceptible para ellos, consideran que el mundo de los átomos, moléculas, redes iónicas, etc., (pues es similar al mundo macroscópico de las sustancias y los materiales) llegando a confundir dentro de una reacción química el cambio físico y el cambio químico de la materia (Abraham, *et al.* 1992, Fensham, 2013; Mata *et al.*, 2011; Furio y Furio, 2018).

Por otra parte, el problema al que se enfrenta con el concepto de “reacción química” y en general con muchos conceptos abstractos de ciencia, es cómo se representan en los libros. Generalmente se explica lo que es una reacción y se dan ejemplos o representaciones simbólicas, pero nunca se enfatiza en el cómo ocurre una reacción, el alumnado puede encontrar estos temas como algo complicado, debido a que se estudian partículas no observables y conceptos complejos (Hesse y Anderson, 1992; Mata *et al.*, 2011).

Dando como resultado barreras epistemológicas y metódicas como el aprendizaje memorístico de relaciones (conceptos y reglas), algo denominado fijación funcional, adicionalmente el uso del sentido común hace que enfatizan una sola variable en lugar de analizar que un fenómeno químico como lo es una reacción química es el conjunto de varias causas, a esto se le denomina reducción funcional (Furio y Furio, 2018).

Antes, durante y después de la aplicación de la secuencia se percibió que los alumnos tienen dificultades para concebir la energía involucrada en una reacción química, pero sobre todo en el concepto de “energía de activación” así como para encontrar la relación conceptual que existe entre los conceptos de “reacción endergónica” y “exergónica” con los seres vivos, y es que para ellos la energía asociada a la reacción química se considera más un efecto secundario o causa que parte importante de ella como proceso de transformación y la conservación de masas y elementos, además los alumnos confunden la energía de activación con los efectos térmicos de una reacción en lugar de considerarla como la energía mínima necesaria para que ocurra la reacción, en este punto, como docentes, debemos hacer énfasis para que los alumnos la consideren la energía de activación como una barrera de energía que separa la energía de los reactivos y los productos (Candelas, *et al.*, 2009).

Adicionalmente, los alumnos de todas las edades, a la hora de estudiar cualquier asignatura científica, no solo lidian con lo abstracto de un concepto sino con una gran cantidad de conceptos que se emplean para desarrollar una temática en específico, causando en los alumnos concepciones erróneas o alternativas (Pfundt & Duit, 2007), en otras palabras, los alumnos dan interpretaciones y significados científicamente incorrectos, resistentes al cambio, especialmente con métodos tradicionales de enseñanza y esto constituye un obstáculo para aprendizajes científicos posteriores (Atav *et al.*, 2004; Bahar, 2003).

Las enzimas se encuentran entre uno de los temas de Biología donde los estudiantes tienen dificultades para su aprendizaje (Bahar, 2002), por si fuera poco, es una de las temáticas de donde se han realizado pocas investigaciones<sup>22</sup> (Atav *et al.*, 2004; Pfundt y Duit, 2007; Sínan, 2007).

El principal problema para comprender la temática se debe quizás a dos razones; la primera de estas es la falta de integridad a nivel de la organización biológica, y la segunda es que se manejan algunas cuestiones abstractas<sup>23</sup> (Lazarowitz y Penso 1992).

La temática presenta dificultades incluso para los profesores en formación, debido a que al igual que alumnos de secundaria o bachillerato, desarrollan conceptos alternativos, o bien los han ido conservando a lo largo del tiempo de su formación. Si bien los docentes no tienen dificultades para definir de manera adecuada la mayoría de conceptos básicos relacionados con temática, sí presentan dificultades para hacer una relación entre las enzimas y los procesos celulares; al igual que para integrar la temática con los niveles de organización de la materia (Kurt, 2013).

La primera dificultad a la que se enfrentan tanto alumnos como docentes en formación es comprender el concepto de energía de activación, no comprender este concepto o tener una concepción errónea dificulta aprender otros conceptos relacionados con la temática como: “catalizador”, “velocidad de reacción” y “cinética enzimática”. Dentro de las concepciones erróneas, los alumnos tienen la percepción de que las enzimas siempre están activas o se pueden activar o desactivar a voluntad, (creen que las enzimas están inactivas en el estómago y cuando entra alimento se activan), o que las enzimas brindan energía a la reacción química para que esta se lleve a cabo (Atav *et al.*, 2004; Sínan, 2007; Kurt, 2013),

Aunado a lo anterior podemos observar en la décima pregunta, del pre *test*, donde un significativo número de alumnos consideran que las enzimas se consumen durante la reacción química en lugar de seleccionar que modifican la energía de activación. En donde el alumnado no tiene problemas es para comprender el modelo de “llave y cerradura” lo cual

---

<sup>22</sup> La mayoría de estos estudios se centran en estudiantes universitarios donde se afirma haber implementado la enseñanza tradicional.

<sup>23</sup> Estas cuestiones abstractas no solo son interdisciplinarias, también son cuestiones abstractas de la asignatura puesto que no se puede ver u observar el metabolismo de un ser vivo o el funcionamiento de una enzima dentro de una célula.

expresan de manera acertada en la actividad de diagrama de caja donde la asocian perfectamente con la especificidad (la relación enzima-sustrato es un modelo obvio y se entiende por analogía).

Por otra parte las analogías pueden ayudar a los alumnos a comprender, analizar y recordar mejor los conceptos abstractos sobre la temática de enzimas e incluso el metabolismo (Atav *et al.*, 2004), por ejemplo dentro de la presente secuencia didáctica de los materiales escritos el que lleva por título “Construcción y ruptura: metabolismo” en el cuarto párrafo se explica a manera de analogía que el catabolismo ayuda a la “ruptura de moléculas” debido a que la palabra catástrofe tiene la misma etimología; Sin embargo, desarrollar la temática de enzimas a base de puras analogías no es suficiente para reducir los conceptos erróneos puesto que sí bien los alumnos son capaces de desarrollar analogías muy buenas para la temática, elaborar una analogía requiere de pericia y comprender cada uno de los conceptos, de lo contrario, los alumnos elaboran analogías muy alejadas de la temática (Atav *et al.*, 2004).

Como docentes, es importante poner más énfasis en las estructuras primarias, secundarias, terciarias y cuaternarias de las proteínas, no comprender este andamiaje hace que los estudiantes no analicen completamente la causa del por qué ocurre la desnaturalización (Sínan, 2007). La mayoría de dibujos plasmados en libros de texto (y en los materiales incluidos en esta secuencia) son representaciones geométricas con esquinas rectangulares a manera de engranajes<sup>24</sup> (Kurt, 2013).

La relación entre enzima y sustrato es vital para entender procesos de bioquímica (como la especificidad, sitio activo, inhibidores e incluso desnaturalización enzimática), si bien los

---

<sup>24</sup> Esta concepción se puede deber a que es una representación fácil de asimilar por el aprendiz y en segunda la mayoría de libros de texto la emplean para ejemplificar el modelo, sin embargo, es prudente acercar al aprendiz de bachillerato y sobre todo al universitario a un modelo más apegado al molecular y estructural de las proteínas, por lo que se pueden incluir videos o animaciones, además se puede pedir a los alumnos elaboren una representación o maqueta en plastilina o masa para modelar desde una enzima, un sustrato e incluso que hagan inhibidores, apoenzimas y holoenzimas. Por otro lado se detectó que los alumnos presentan deficiencias a la hora de reconocer la relación que existe entre monómero y polímero, o que el ADN junto con el ATP forman parte de los nucleótidos, aun siendo un concepto que se revisó en las lecturas y que además es un tema que se revisa en la segunda unidad de la asignatura de Biología I, además en los diagramas de caja algunos suelen confundir a las enzimas con carbohidratos, y presentan dificultad para diferenciar una coenzima, un cofactor o un inhibidor competitivo. Por ello se pone énfasis en que desarrollen modelos tridimensionales mediante piezas de rompecabezas elaboradas de plastilina por ellos mismos, así tendrán una visión y comprensión más amplia de incluso de cómo se regulan las reacciones químicas por las enzimas.

alumnos se sienten mayormente identificados con un modelo geométrico de llave y cerradura, no olvidemos que la bioquímica está inundada de representaciones de fenómenos que los estudiantes intentan comprender; en dichas representaciones, van incluidos conceptos donde tanto el instructor como el aprendiz construyen conocimientos, aquí el primero desarrolla visualización, por lo que la calidad de las representaciones y las interpretaciones son fundamentales, por otra parte éstas abren una ventana para indagar como los estudiantes hacen conexiones e incorporan conocimiento abriendo el panorama visual de la literatura en la bioquímica (Linenberger y Bretz, 2012).

En cuanto a cómo se sienten los alumnos con respecto a la temática de enzimas, ellos muestran una gran aceptación e interés, sobre todo en aspectos de: cómo funcionan en los seres vivos, el uso de las enzimas en la industria, en productos de uso doméstico como los detergentes y las posibles aplicaciones tecnológicas para el futuro (Özarıslan y Çetin, 2014), por lo que no es de extrañar que en la segunda aplicación de la secuencia, cuando se les pidió a los alumnos que realizaran una infografía relacionada con alguna enzima y su aplicación tecnológica, hubo una buena aceptación de la actividad y gran interés por parte de los alumnos, además esto explica por qué en el *postest* en la última pregunta donde se les pide a los alumnos que mencionen una enzima relacionada con su vida cotidiana ellos responden “en los detergentes” como la respuesta más frecuente.

La investigación acompañada del laboratorio o un incluso una actividad casera para comprender el funcionamiento de una enzima es una actividad meramente constructivista, en el proceso, el alumno mejora habilidades de razonamiento, construcción de conocimiento, socialización, comunicación y negociación, asimismo se siente con apertura, aceptación, cómodo y motivado para encontrar soluciones novedosas a problemas cotidianos.

Durante este proceso, los estudiantes se sienten interesados por el área científica, pero sobre todo se sienten atraídos por las aplicaciones biotecnológicas e industriales de las enzimas; una vez que los alumnos han experimentado e investigado acerca de una enzima, lo primero que harán será proponer experimentos para indagar cómo el pH y la temperatura afectan la actividad enzimática, por lo que la investigación acompañada de la experimentación abre la pauta para que los alumnos formulen sus propias preguntas de

investigación, planten hipótesis y planifiquen por ellos mismos los experimentos todo esto bajo la guía del profesor<sup>25</sup>,

Generalmente los alumnos plantearán experimentos relacionados con su vida cotidiana y al darles esa libertad se incrementa el entusiasmo al grado de que ellos perciben el entorno de aprendizaje como un ambiente positivo, favorable y agradable, al punto en el que el alumno se vuelve consciente de sus estilos de aprendizaje.

Si bien se puede desarrollar todo un módulo de Biología celular acompañado de investigación y experimentación algo que debe tener en cuenta el profesor es el tiempo, ya que es un recurso limitado (Ketpichainarong *et al.*, 2010).

De igual manera, una actividad desarrollada en el aula, en un laboratorio, o una actividad casera tienen el potencial de favorecer los aprendizajes significativos y brindar información sobre la capacidad de los estudiantes para realizar una investigación, por otra parte los experimentos desarrollados de manera tradicional presentan dificultades para los alumnos que pueden obstaculizar el proceso de aprendizaje.

Entre las dificultades que comúnmente se encuentran podemos citar las siguientes: los alumnos no pueden planificar un experimento, presentan problemas para plantear una hipótesis, realizar observaciones precisas, presentan deficiencias para manejar y procesar datos, tienen dificultades para redactar sus propias conclusiones, o bien, ejecutan el experimento sin ser conscientes del proceso siendo incapaces de establecer una relación entre la teoría y los principios científicos.

Por ello y para solucionar esto, se puede implementar el aula invertida en conjunto con las V de Gowin, una actividad que permite el análisis metodológico donde estudiantes y profesores pueden visualizar preguntas de investigación, eventos, teorías, principios, conceptos y datos recolectados, los alumnos que han desarrollado las actividades experimentales relacionadas con las enzimas teniendo así un mayor aprovechamiento académico y puntaje las pruebas, mejorando la construcción de mapas mentales, además,

---

<sup>25</sup> En esta secuencia didáctica los alumnos son capaces de plantear experimentos relacionados con la temática acordes a sus intereses personales, contestando una pregunta de investigación y manejando variables, lo cual se ve relajado cuando se les pregunta al término del algún experimento como replantearían o plantearían un nuevo experimento.

pueden encontrar una mejor relación entre los conocimientos previos y los nuevos, así como establecer una relación entre la teoría y principios aplicados, y de esta manera, argumentar por qué se seguía con una metodología preestablecida, además los alumnos mostraron una participación mucho más activa y dinámica<sup>26</sup> (Atilboz y Yakişan, 2003).

Los conceptos erróneos no solo se limitan a la enseñanza tradicional, también pueden aparecer durante o como resultado del trabajo experimental de la temática de enzimas, Por ejemplo el experimento clásico donde se demuestra la reacción química que ocurre entre el peróxido de hidrogeno y la catalasa presente en un trozo de papa o hígado, al macerar los tejidos, los alumnos observan que la reacción química ocurre a mayor velocidad en los tejidos machacados, la interpretación más frecuente que dan los alumnos es que al machacar o martillar aumenta la superficie de contacto de la enzima haciéndola más reactiva, en lugar de argumentar que al machacar rompen las células y liberan el contenidos enzimático de estas, (Selvi y Yakişan, 2003).

Adicionalmente, se demuestra que los alumnos tienen problemas para comprender la desnaturalización de una enzima, el sitio activo y su estructura tridimensional, por ejemplo, se les pide que coloquen un trozo del tejido de la papa o del hígado en agua hirviendo y que después agreguen el peróxido de hidrogeno, evidentemente la reacción no ocurrirá los alumnos interpretan este cambio argumentando que al llevarse a cabo la ebullición, la enzima muere o pierde sus propiedades vitales, otros alumnos argumentan que fue el tejido el que murió y por ello no ocurre la reacción; Es interesante observar que al interpretar recurren a

---

<sup>26</sup> Atilboz y Yakişan, (2003) emplean la V de Gowin para experimentos relacionados con las enzimas en los tejidos vivos y factores que afectan la actividad enzimática, las V de Gowin son similares a las desarrolladas en la presente secuencia didáctica, existe un apartado, teórico, metodológico, de colecta de datos, preguntas de enfoque e investigación, una de las grandes ventajas de cambiar V de Gowin por reportes de laboratorio es que ahorra tiempo tanto para los alumnos como para el docente y se evita la monotonía de actividades. Tanto las V de Gowin como los reportes de laboratorio se detectó que los alumnos tienen dificultades para analizar los resultados o plantear hipótesis por escrito y no tanto de manera verbal como lo hacen mediante participaciones, muchas veces confunden lo que es una hipótesis con un análisis de resultados, quizás esto tenga que ver con la etapa de desarrollo de los alumnos ya que ellos apenas están desarrollando el pensamiento crítico y reflexivo, por lo que aún les queda por ganar experiencia para realizar análisis detallados y exhaustivos. Dentro de un enfoque constructivista se pide que el alumno proponga, desarrolle y elabore toda la estructura de un experimento, si bien esto demanda mucho tiempo, la mayoría de alumnos aún tienen concepciones erróneas y puede que al dejarlos al cargo de un experimento sin conocimientos previos persigan una meta muy alejada de lo que se propone, sin embargo en esta secuencia cumple un papel constructivista, donde el docente propone el problema y planifica el experimento, mientras el alumno es quien formula hipótesis, realiza el experimento central, y concluye, por lo que el alumno conoce, aplica, analiza y evalúa.



sus experiencias y percepciones cotidianas, por ejemplo, argumentan que la reacción es más rápida en el hígado que en la papa por que el hígado es de una textura blanda; Para detectar y corregir estas concepciones erróneas que se desarrollan en el laboratorio es necesario recurrir a las V de Gowin y los mapas conceptuales (Selvi y Yakişan, 2003).

Durante los experimentos se pueden indagar las concepciones previas y erróneas de los alumnos, por ejemplo: en un experimento donde se pone a prueba la actividad catalítica de la amilasa en una solución de almidón, los alumnos predicen que al agregar nuevamente el Lugol, la solución de almidón recuperará su color azul, esto demuestra que los alumnos desconocen cómo se lleva a cabo una reacción química, al igual que las propiedades de los reactantes; en este experimento, también creen que la amilasa de alguna manera, al estar relacionada con el proceso de digestión, de alguna manera digiere el iodo presente en el Lugol.

Al llevar a cabo un experimento con una actividad, se pueden plantear preguntas de investigación para dirigir la temática de enzimas. Esto hace que los alumnos se sientan confortables en el proceso, la investigación les ayudó a plantear nuevas preguntas de investigación relacionadas con la temática, por ejemplo: cómo afecta el pH, la temperatura la actividad enzimática. Además, se pueden introducir a esta actividad preguntas relacionadas con el funcionamiento de otros seres vivos, como ¿Por qué las termitas digieren celulosa? (Rushton *et al.*,2008).

Son interesantes estos ejemplos, puesto que son experimentos que proponen los alumnos de CCH al terminar de abordar la temática, y quizás se pudieran obtener resultados similares al realizarlos con ellos. Por ejemplo, las concepciones alternativas que desarrollan los alumnos al experimentar con los cubos de queso es que el agua cambiaba de coloración en el grupo testigo debido a que este se pudre o se descompone al estar en contacto con el agua, en lugar de argumentar que el queso tiene biomoléculas solubles en agua, o bien, los alumnos expresan que el queso se deshace con determinados tipos de detergente, concepción que al abordar la temática, modifican logrando argumentar que se debe a las enzimas presente en los detergentes e incluso un equipo logra argumentar con el proceso químico de la saponificación.

Una de las ventajas del aula invertida, y de introducir la actividad experimental antes que el contenido temático, es que se abre fácilmente con ellos un foro de discusión analizando sus inquietudes y concepciones, además, para el docente es más fácil una explicación puntual entre conceptos y los fenómenos ayudando al alumno detectar y modificar sus concepciones erróneas.

Como recomendación a la secuencia se puede realizar un segundo experimento de los cubos de queso agregando variables como la temperatura, pH y salinidad, se puede preguntar a los alumnos en este segundo experimento qué pasaría si los cubos de queso se colocaran en agua tibia o al refrigerador, con agua salada, agua con lejía, etc.

Una situación que se presentó fue que el 5% (únicamente 4 alumnos) no pudieron realizar el experimento central de la secuencia didáctica; como docente, se debe tener flexibilidad y tener en cuenta los recursos, sí bien los materiales no eran difíciles de conseguir para los alumnos, hay que tener en cuenta el contexto de la pandemia, quizás el alumno decidió no hacer el experimento porque no cuenta con el espacio, con la solvencia económica, por temor a contagiarse., o incluso por la carga académica, por lo que se pidió a los compañeros de equipo los incluyeran a participar en otras actividades dentro del reporte.

Una actividad estrechamente relacionada con la experimentación (sea en el aula o de manera casera) es la escritura de algún reporte escrito de investigación; La investigación científica es una actividad meramente constructivista que se aleja de las prácticas tradicionales de enseñanza, coloca al alumno al centro del proceso de aprendizaje; en la investigación los alumnos desarrollan conocimientos, la comprensión de sus propias ideas y además comparten sus experiencias en grupos colaborativos, de la misma manera que lo hacen las comunidades científicas en el mundo.

Investigar es una actividad multifacética que implica la observación, planificación, revisión bibliográfica y reflexión, de tal manera que el estudiante prioriza la evidencia y encamina sus respuestas para dar explicación a una pregunta o un problema, y en el proceso el aprendiz evalúa su aprendizaje (National Research Council, 2000).

A través de la escritura, los estudiantes pueden justificar cuidadosamente preguntas de investigación, afirmaciones y datos; centran su atención en el aprendizaje y, contenidos

relevantes, mejoran sus habilidades de comunicación desarrollando la retórica discursiva, además, la escritura científica permite introducirlos a la cultura científica (Bereiter y Scardamalia, 1987; Keys *et al.*, 1999; Warwick *et al.*, 1999; Rivard y Straw, 2000; Hand y Prain, 2002; Florence y Yore, 2004).

Cuando los alumnos escriben un reporte se espera que su escritura corresponda con los géneros científicos habituales, sin embargo, los alumnos de bachillerato emplean algo denominado “escritura expresiva”, un tipo de escritura informal parecida al lenguaje cotidiano (Britton, 1970). En los reportes escritos y en las V de Gowin observamos que los alumnos emplean este tipo de escritura, por ejemplo, mencionan que el queso se derritió o se deshace, el agua tiene una consistencia lechosa, etc.

Sí bien el docente puede retomar esta escritura o lenguaje coloquial para ejemplificar las sesiones, no se recomienda debido a que puede fomentar el alejamiento de la cultura científica, más bien el docente debe ayudar al alumno a aproximarse al lenguaje científico. Por otro lado, para que nuestros alumnos desarrollen habilidades autónomas relacionadas con la investigación y redacción de géneros científicos se les debe instruir mediante la formación previa adecuada (Fay *et al.*, 2007; Bell *et al.*, 2010). El formato o esqueleto común que adoptan los reportes de laboratorio o informes de investigación incluye apartados como propósitos, metodología, resultados, y conclusiones permitiendo a los alumnos documentar sus investigaciones (Castro y Emilio, 2006).

Las dificultades de los trabajos de investigación aumentan a medida que incrementa el grado de autonomía de los alumnos (Grau, 1994), generalmente los alumnos de bachillerato tienen dificultades que coinciden con lo registrado en la presente secuencia didáctica, por ejemplo: los estudiantes tienen dificultad para formular una pregunta científica investigable (Oliveras *et al.*, 2012; Furman *et al.*, 2013).

En cuanto a la formulación de hipótesis, a menudo el alumno propone simples predicciones relacionadas con la vida cotidiana que no tienen el formato de una deducción, además, los alumnos muestran problemas para seleccionar una metodología adecuada para dar solución al problema (Friedler y Tamir, 1990).

También aparecen dificultades relacionadas con la identificación de variables y la falta de comprensión del impacto de las variables sobre los resultados de un experimento (Windschitl *et al.*, 2008), así como el tratamiento gráfico de los datos recolectados, el análisis y las conclusiones argumentadas (Sanmartí y Oliveras, 2011).

Para mejorar estos aspectos, es necesario proponer andamiajes mediante la aclaración de los objetivos de escritura, proporcionando información acerca de la estructura de los apartados de los informes de investigación (Keys, 2000) lo cual se implementó dentro de la secuencia didáctica proporcionando preguntas dentro de las V de Gowin y especificando a los alumnos mediante rúbricas lo que se pedía a desarrollar de manera detallada en cada apartado del reporte escrito.

Para valorar el nivel de indagación que desarrolló en los alumnos durante la implementación de la secuencia didáctica tomaremos en cuenta *el Practical Test Assessment Inventory* (PTAI) propuesto por Tamir y colaboradores en 1982 (Gurt *et al.*, 2014) donde los alumnos alcanzan dos niveles: el primero es el de indagador incipiente debido a que tienen déficits para identificar un problema investigable, formular hipótesis, identificar variables, problemas para coleccionar datos y relacionarlos con la hipótesis, además las conclusiones suelen ser similares a los resultados.

El segundo nivel que alcanzaron es el de indagador inseguro, en el cual los alumnos son capaces de identificar el problema de investigación, plantear hipótesis en forma de deducción, la recolección de datos se hace de manera adecuada y se ajusta al diseño metodológico, sin embargo, analiza los datos de manera incompleta y poco fundamentada, y en cuanto a la reflexión hace una descripción incompleta de procesos de indagación científica.

Lograr una escritura científica adecuada es algo que demanda tiempo y no se logra en un curso, la mejora de la escritura científica es posible mediante la supervisión del profesor, los alumnos obtienen autonomía y la asistencia docente permite el correcto andamiaje (Castro y Emilio, 2006).

Una de las debilidades en el uso del aula invertida, es que los videos sobre los experimentos se presentan al inicio, estos generalmente son demostrativos y se desarrollaron

a manera de receta de cocina; este tipo de experimentos son el resultado de un mal diseño, un mal encuadre y de una mala preparación de los profesores para la investigación (Anderson, 2000), Sin embargo, recordemos que la temática de enzimas se desarrolla a principios del curso, lo que significa que los alumnos apenas se están adaptando al ritmo y estilo de trabajo, y no todos provienen del mismo grupo, por lo que en algunos casos apenas y se conocen poco o nada entre ellos. Contrario a lo que se podría pensar en un enfoque constructivista donde se plantea que el alumno diseñe, desarrolle y evalúe un experimento, los experimentos planteados como receta de cocina proveen una guía a los estudiantes de cómo desarrollar los propios experimentos y métodos para evaluar una pregunta de investigación (Bell *et al.*, 2015), por ello no es de extrañar que a los alumnos, cuando se les preguntaba cómo plantearían un experimento después de haber visto el video retomaban algunas ideas, y algunos iban más allá investigando experimentos ya establecidos como el caso del experimento del hígado. Por otro lado, en los experimentos tipo receta el papel del alumno no es tan pasivo como se pensaría, debido a que ellos tienen que formular hipótesis, llevar a cabo el experimento bajo la tutela del profesor, investigar y elaborar sus conclusiones (Ketpichainarong, *et al*; 2010).

Es importante resaltar el papel del aula invertida, la cual debe estar dirigida hacia el acompañamiento y la retroalimentación, cuando se plantea un video propuesto por el profesor, es importante que el docente brinde una buena apertura para que los alumnos participen, encaminándolo a resolver preguntas como: ¿Qué fenómeno estamos observando?, ¿Por qué ocurre o cual es el sustento que explica lo observado?, ¿Cuál es la finalidad?, una vez el alumno cuenta con los contenidos temáticos, es más fácil para él encontrar el sentido a estas preguntas.

Por otra parte, el docente debe considerar cuáles son sus intereses y preguntar lo que desearía aprender; el acompañamiento no solo se limita a las videoconferencias sino que el docente puede hacer un acompañamiento en todo momento a través de las plataformas, mediante diversos medios como correos, o mensajes que permite al o los alumnos construir su conocimiento y tomar la mejor decisión a la hora de resolver un problema, el acompañamiento se vuelve personalizado y muy específico, además de un nicho de oportunidad para los estudiantes que son tímidos y no participan en clase.

En cuanto a los videos, solo uno presentó problemas y fue el primero, esto debido a que eran una serie de videos, en lugar de ser uno solo, esto llevó más tiempo en su implementación sin embargo a pesar de ser demostrativos, estos videos guardaban una estrecha relación y estaban secuenciados a modo que los alumnos participaran de manera adecuada expresando ideas clave del por qué no ocurre la reacción esperada, y qué variables podrían modificar para que se lleve a cabo la reacción los muestran que tienen dificultades a la hora de plasmarlo por escrito, esta simulación tiene la ventaja de que al alumno le hace ver que en ocasiones los experimentos no están exentos de ser falibles, además que el papel del científico es considerar tanto los errores como los aciertos para buscar nuevas alternativas a la hora de solucionar un problema.

La desventaja como se había mencionado con anterioridad, radica en que aumentan el número de pasos haciendo del proceso un tanto largo, lo que conlleva a que los alumnos tengan problemas a la hora de plasmarlo por escrito. Este video demostrativo requirió de un mayor acompañamiento y sirvió de ejercicio para que el docente guíe al alumno a establecer hipótesis, y analice él porque se llega a un determinado resultado.

El segundo video tiene un menor número de pasos, ya que consiste en una demostración breve de colocar distintos alimentos (biomoléculas), y cumple con la finalidad de demostrar su composición química (principalmente carbono), además de su valor energético mediante la flama, los alumnos son capaces de relacionarlo con su vida cotidiana al relacionar las biomoléculas con los alimentos; Sin embargo, en este video corre el riesgo de que los alumnos desarrollen la concepción errónea de que los seres vivos quemamos calorías mediante el proceso de combustión y no el de oxidación. Estos dos primeros experimentos demostrativos se decidieron implementar únicamente por video, debido a que se manejaban reactivos peligrosos como ácidos, y fuego, por lo que requería la supervisión de un adulto.

En otro sentido, el recurso tiempo se optimiza con la ayuda de las plataformas virtuales, adecuando de manera sincrónica y asincrónica algunas actividades para los alumnos, por ejemplo, resolver los exámenes o resolver cuestionarios a partir de una lectura, si bien estas cuestiones se modificaron entre la aplicación de la prueba piloto y la segunda aplicación logrando optimizar los tiempos.

Como docente, también hay que tener en cuenta que aumentar el tiempo de trabajo extra clase para los alumnos puede ocasionar desgaste y tedio en el proceso de aprendizaje<sup>27</sup>. Dentro de las sesiones debe haber mucha claridad hacia los temas abordados y las actividades a realizar, teniendo en cuenta que es mejor hacer un trabajo de calidad en conjunto con los alumnos que en cantidad, eso hace más provechosa y menos tediosa una clase, y les permite aprender mejor los contenidos, además, los motiva a participar mejor.

Se debe tener en cuenta que los alumnos son capaces de adaptarse fácilmente a entornos virtuales, debido a que las plataformas brindan un medio intuitivo que permite al alumno seguir instrucciones y tener al alcance los materiales en todo momento; Además son una generación que desde temprana edad ya conocen los entornos virtuales mediante los celulares inteligentes, programas de cómputo e incluso videojuegos, el único inconveniente es que los alumnos se encuentran separados en cuanto al espacio, en este aspecto se podría pensar que se favorece el individualismo, pero no es así, dentro de una secuencia a distancia podemos promover el aprendizaje colaborativo, haciendo que los alumnos realicen actividades en conjunto desde un mapas mentales, infografías o reportes de laboratorio.

En cuanto al diseño de materiales, debemos de tener en cuenta que los alumnos pertenecen a la generación Z, esto quiere decir que su estilo de aprendizaje es meramente visual, por lo que a la hora de diseñar materiales escritos estos deberían contener elementos a color que los vuelvan más atractivos para los alumnos, El docente tiene la ventaja de que se proporcionan en formato electrónico de manera gratuita y no impreso o fotocopiado, explotando así más fácilmente esta oportunidad.

Para los instrumentos de evaluación, las rúbricas proporcionadas dentro de la plataforma brindan instrucciones claras y precisas de cómo debe desarrollar el trabajo, estandarizando a los estudiantes en cuanto a contenidos y formatos, evitando que las instrucciones proporcionadas por el profesor sean ambiguas; Además, las plataformas ayudan al docente a evaluar los contenidos de manera óptima y reduciendo tiempos, puesto que mientras se revisa el trabajo de los alumnos se tiene a la mano de manera virtual el instrumento de evaluación, los formularios, adicionalmente los formularios o exámenes se califican de manera

---

<sup>27</sup> En la primera aplicación los alumnos manifestaron de manera verbal en una de las últimas sesiones que se sentían abrumados por la gran cantidad de trabajo acumulado por otras materias.

automática, reduciendo los tiempos y observando simultáneamente los reactivos donde los alumnos presentan dificultades, por último, el docente puede evaluar aprendizajes, así como recabar opiniones de los alumnos con respecto a la intervención docente.

Con todo lo anteriormente mencionado, es importante enfatizar que la secuencia didáctica tuvo una buena aceptación por parte de los alumnos, esto se ve reflejado en la valoración de la secuencia, ya que la mayor parte de los alumnos se sintió cómodo, entusiasmado y curioso, tal vez porque cambiaron unas horas de pasar frente al computador por unas horas trabajando en la cocina o algún otro espacio. Incluso algunos mencionaron que se sintieron apoyados por las retroalimentaciones personalizadas y el seguimiento dentro de la plataforma.

Otro aspecto positivo es, de que les agrado el trabajo en equipo, debido a que seguían un objetivo en común, y así mejoraron tanto la confianza como la comunicación interpersonal, lo que ocasiono que se sintieran libres y confiados al expresarse. Contario a esto un porcentaje menor de los alumnos argumentaban que se sentían abrumados por que la carga de trabajo aumento en todas las asignaturas, que se distraían fácilmente y que en ocasiones la conectividad a internet no era buena coincidiendo con lo reportado por (Reyes-Cárdenas *et al.*, 2021).

## **Experiencia del proceso como formación docente**

### **Estructura de la secuencia didáctica**

Por último, en este apartado describiré de manera personal el proceso de formación docente, y cuáles fueron los aprendizajes obtenidos. En primera instancia me permitió consolidar los aspectos y estructura generales que conlleva una secuencia didáctica dentro del marco de una planeación; Mejoró mi capacidad de selección e implementación de estrategias de enseñanza para cada una de las sesiones en la secuencia, debido a que a partir de los objetivos generales y específicos propuestos por el programa de estudios es posible establecer andamiajes de construcción secuenciada (tomando incluso en cuenta la taxonomía de Bloom) con la finalidad de que los alumnos gradualmente aprendan aspectos claves sobre las enzimas, que va desde biomoléculas hasta el metabolismo.

La estructura de una secuencia didáctica debe estar concatenada, tanto en actividades como en contenidos temáticos, esto ayuda a recuperar conocimientos y brindar una



construcción del mismo, más integral propiciando así un aprendizaje óptimo. Considero que las estrategias empleadas cumplieron su propósito en cuanto a los contenidos temáticos, además la diversidad de estrategias y actividades que se usaron ayudaron a que el alumno no cayera en la rutina ni en el tedio, factores que pueden ocasionar un bajo aprovechamiento.

Desarrollar una secuencia me permitió optimizar el recurso tiempo, sobre todo al cambiar la elaboración de reportes de laboratorio, por V de Gowin, mejoró la facilitación de conceptos e hizo de la actividad más atractiva y menos monótona para el estudiante.

En cuanto a instrumentos de evaluación mejoró mi capacidad para elaboración de rúbricas, así como su implementación, ya que cuando eran revisadas en conjunto con los alumnos me facilitó que ellos comprendieran de manera objetiva y puntual lo que se pedía a desarrollar durante la actividad, por último, en este apartado de instrumentos de evaluación considero aún me falta mejorar la homogeneización en cuanto estructura de reactivos para el *pre y postest*, aunque considero que las preguntas retoman los aspectos fundamentales que el alumno debe aprender para la temática. por lo que para el programa de MADEMS se sugiere un curso o taller para la elaboración de instrumentos de evaluación desde el primer semestre.

En cuanto a la elaboración de materiales escritos, una buena secuencia didáctica debe tener una amplia gama de recursos didácticos, para evitar caer en la monotonía, considero que el contenido es el adecuado puesto que no es demasiado extenso y explica de una manera sintetizada y resumida los conceptos clave para el alumno.

Por otro lado, se puede mejorar en la selección y edición de imágenes para los materiales escritos, puesto que en su mayoría son en blanco y negro, esto debido a que se contempló que de manera presencial fuera un material fotocopiable o de fácil impresión (de esta manera las imágenes no pierden elementos), sin embargo, al ser en línea, los materiales se pueden compartir de manera instantánea y se puede hacer uso de materiales aún más coloridos y atractivos.

Como docente, no solo necesito mejorar en la edición de imágenes, sino también en la edición de videos, ya que el material era muy simple y si bien se pudieron añadir elementos como viñetas de señalización, faltó agregar música de fondo o incluso mejores señalizaciones, para hacerlo un material más atractivo.

## **Habilidades Digitales**

En cuanto habilidades digitales la plataforma Classroom, al ser muy intuitiva, me permitió adaptar en tiempo, recursos y comunicación, desde cómo compartir una liga o material, programar una actividad, evaluar con una rúbrica, hasta cómo elaborar un formulario para la aplicación de *pre* y *postest*; cualquier duda que tenía al respecto de cómo emplearla, bastaba con revisar tutoriales en línea para resolver el problema; la plataforma también fue de ayuda en cuanto a recabar datos y tener una mejor organización de los mismos, sin embargo aún falta por conocer y profundizar en otras plataformas como: Moodle, Edmodo, Schoology etc.; los alumnos también ayudaron, puesto que al ser nativos digitales no se necesitó capacitar alguno de ellos para el empleo de la misma y no manifestaron tener inconvenientes.

## **Papel como docente durante las sesiones**

Como docente, al trabajar en una plataforma digital y al emplear el modelo de aula invertida, es necesario el acompañamiento con los alumnos en todo momento, siendo guía y facilitador de los contenidos mediante preguntas asertivas en donde no se brinda la respuesta inmediata a los alumnos si no las pistas, con ello ocurre la construcción del aprendizaje mediante su descubrimiento; Al revisar sus actividades es necesario conocer sus concepciones previas, sesgos temáticos o debilidades con las que cuentan, y comentarlas siempre de manera específica mediante la comunicación por plataforma y de manera general al inicio de las sesiones.

Las plataformas ayudan de manera asincrónica durante el desarrollo de la actividad para monitorear que se puede corregir y como lo deben corregir, y al final o cierre para certificar que el alumno ha desarrollado o comprendido los contenidos temáticos y los aprendizajes, para ello como que como docente mejoró mi habilidad para retroalimentar, sobre todo tener claridad, dominio y ser muy asertivo en cómo hacerlo así como dosificar los contenidos para que sea provechoso el tiempo dentro de las sesiones.

## **Concepción sobre las condiciones requeridas para propiciar un buen ambiente de trabajo con los alumnos**

Para propiciar un buen ambiente dentro de una plataforma es necesario que la comunicación entre docente alumno sea activa, dinámica, y tienda a la retroalimentación, si bien el docente

es quien está a cargo la figura de autoridad no se debe de imponer, se debe ganar mediante el respeto, esto genera confianza y apertura en el alumno. Generalmente el alumno de bachillerato tiene miedo de equivocarse, por lo que las intervenciones no deben ser punitivas o cortantes, al contrario, deben ser asertivas e invitar al alumno a que equivocarse forma parte del proceso.

Dentro del trabajo colaborativo, algo que manifestaron los alumnos (sobre todo los de la prueba piloto es la presión que tiene la modalidad en línea) ya que eleva la carga de trabajo fuera de horario de clases y hace que tengan diferencias de ideas o puntos de vista, por lo que como docente es necesario hacer ver a los equipos que los distintos puntos de vista son correctos y que ambos se pueden argumentar, estas diferencias generan diversidad de pensamientos dentro del aula y siempre son bienvenidas, así se genera dialogo tolerancia y respeto, aunque algo que noté, es que aún me falta formación y practica para detectar que valores y actitudes se desarrollan durante mi práctica.

### **Dominio de los conocimientos de los temas presentados**

Considero que cuento con un buen dominio del tema, aunque me gustaría haber profundizado más en otros temas, por ejemplo, cinética enzimática, pero aún considero que es un tema aun complejo para los alumnos, además he notado que cuanto más se profundiza en algún tema se corre el riesgo de crear sesgos o concepciones erróneas debido a que el nivel de complejidad hace que se pierda el mensaje y solo los alumnos con mejor dominio comprendan.

Por otro lado, algo que aprendí es que los modelos que se plantean en el área de biología molecular, y en cualquier otra disciplina científica, son abstractos y es necesario poner al alumno en contexto mediante modelos o videos que le permitan una visualización correcta de los mismos, por ejemplo, el modelo de llave y cerradura, o la estructura tridimensional proteica de una enzima.

### **Formas de Fomentar el interés y la reflexión de los alumnos del bachillerato**

Es una verdadera lástima que la pandemia, haya obligado a adaptar la mayoría de demostraciones experimentales en video, de esta manera solo se vuelve una simulación y los alumnos pierden de vista detalles procedimentales o detalles visuales que los invitan a ser

analíticos y reflexivos, como docente no se puede socializar el conocimiento de manera amena como lo haría de manera presencial mediante la convivencia con alumnos, aun así asignarles un experimento en casa hizo que ellos desarrollaran motivación y curiosidad por saber lo que ocurría,

Dentro de la valoración del curso, los alumnos manifestaron que la aplicación de la secuencia se les hizo que contenía actividades dinámicas, no solo porque ellos lo realizaban un experimento y lo comentaban, sino porque quizás salían del trabajo rutinario de estar detrás de un computador. De igual modo, un alumno comento que le hubiera gustado más las sesiones presenciales, y de manera general algunos alumnos comentaron que los experimentos les ayudaron a ligar conocimientos que ya tenían de semestres anteriores.

Creo que vale la pena resaltar que, a pesar de no haber tenido contacto en un espacio físico con los alumnos, los experimentos caseros, desarrollan la creatividad, la capacidad de análisis además diferentes formas de socializar los resultados en una plataforma, contribuyen de otra manera a que los alumnos estén motivados con este tipo de actividades. Por otro lado, este también es un punto débil de la secuencia debido a que solo cinco alumnos manifestaron que, por temor a contagiarse, por cuestiones económicas o de algún otro tipo no llevaron a cabo el experimento final de enzimas.

Finalmente, ayudar a los alumnos a analizar los datos, y señalarles la relevancia entre lo investigado y lo sucedido entre la teoría y la práctica, hizo que el aprendizaje tomara relevancia, sentido e interés por los alumnos.

## **8.0 Conclusiones.**

Las secuencias didácticas ayudan al docente a implementar y adecuar estrategias de enseñanza, actividades, promover aprendizajes, la modalidad a distancia brinda una diversidad de técnicas, medios y estrategias que no la vuelven monótona para el proceso de enseñanza aprendizaje, las cuales cumplen de manera adecuada su función, además se cumplen con los aprendizajes y temáticas esperadas dentro de cada una de las sesiones, y acorde a lo establecido dentro del programa de estudios.

Las estrategias propuestas así como los recursos y materiales fijan metas alcanzables que se ajustan al número de sesiones, dentro de la secuencia el aula invertida permite iniciar con simulaciones sencillas para monitorear si los alumnos son capaces de seguir y redactar los pasos que llevara un informe de laboratorio o V de Gowin así como corregir las concepciones erróneas que puedan tener los alumnos, mejorando y haciendo más estructurado el proceso de retroalimentación.

En general los alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades de quinto semestre tienen las bases para reconocer el metabolismo y los procesos vitales que ocurren dentro de los seres vivos, no se considera elevar la complejidad de los temas debido a que podría ocasionar rezago educativo; el apartado que los alumnos apenas logran desarrollar es el de realizar un análisis crítico y reflexivo de los datos de un experimento, quizás esto tenga que ver con la etapa en la cual se encuentran los estudiantes, es decir la adolescencia, en donde apenas están desarrollando el pensamiento crítico y reflexivo,

La desventaja de los videos demostrativos es que los alumnos pueden perder detalles valiosos que podrían ayudarles a profundizar en los experimentos, algo a destacar es que los alumnos al terminar la secuencia pueden proponer sus propios experimentos sobre enzimas y ser más acertados hacia la propiedad o característica que quieran evaluar, por lo que la secuencia tiene el alcance de que el alumno analice, evalúe e incluso crear algún nuevo método para probar la eficiencia de una determinada enzima.

Como docente se considera que los experimentos caseros cumplen la función de poder ligar los contenidos temáticos con fenómenos cotidianos para que el alumno encuentre un contexto significativo, motivando el interés y la curiosidad; para lograr su objetivo los experimentos no deben ser muy costosos o muy elaborados.

Dentro de las preguntas que se les hizo a los alumnos, la mayoría son capaces de plantear un experimento para cada una de las temáticas abordadas, sin embargo, es necesaria la intervención docente debido a que dentro de los experimentos que plantean los se puede perder el objetivo, o bien son experimentos muy elaborados que demandan demasiado tiempo o recursos difíciles de conseguir.

A pesar de que esta secuencia se tuvo que adaptar a un entorno virtual se pudieron generar aprendizajes significativos, los alumnos señalan que al realizar y observar el experimento casero y las simulaciones les ayudo a comprender mejor los contenidos temáticos que se abordaron, e incluso contribuyó a ligar la explicación de fenómenos científicos con el de su vida cotidiana, por ejemplo: los detergentes biodegradables son mejores que los detergentes comunes, o bien los seres vivos incorporamos carbono como combustible en forma de biomoléculas, por ello, se afirma el logro de los aprendizajes desde el programa, de tipo conceptual, procedimental y actitudinales.

## 9.0 Bibliografía.

- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W., & Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts. found in textbooks. *Journal of research in science teaching*, 29(2), 105-120.
- Aldama, G.G. (2006). *Práctica docente para renovar el aprendizaje*, (1ª ed.) Naucalpan Estado de México: Esfinge: pp.22,23, 52,62.
- Al-Soufi, W., Carrazana-Garcia, J., & Novo, M. (2020). When the kitchen turns into a physical chemistry lab. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3090-3096.
- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What Research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1- 12.
- Ardanuy, R., Etxeberria, J., Rodríguez, G., y Tejedor, FJ. (1999). *Cuadernos de Estadística. Análisis gráfico/exploratorio*. La Muralla, editores. Madrid. 135 p.
- Arnett, J.J. (2008). *Adolescencia y adultez emergente. Un enfoque cultural*. México Pearson Educación.
- Atav, E., Erdem, E., Yılmaz, A. & Gücüm, B. (2004). Enzimler Konusunun Anlamli Öğrenilmesinde Analogiler Oluşturmanın Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 27,21–29.
- Atav., E., Erdem, E., Yılmaz, A., & Gücüm, E. (2004). The effect of developing analogies for meaningful learning of the subject of enzymes.
- ATILBOZ, N. G., & YAKIŞAN, M. (2003). V-diyagramlarının genel biyoloji laboratuvarı konularını öğrenme başarısı üzerine etkisi: canlı dokularda enzimler ve enzim aktivitesini etkileyen faktörler. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(25).
- Ausubel, D. (1983). *Teoría del aprendizaje significativo*. Fascículos de CEIF, 1(1-10).
- Bahar, M. (2003). Misconceptions in Biology Education and Conceptual Change Strategies. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 3(1), 55–64.
- Bell, R. L., Smetana, L. & Binns, L. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 30 – 33.
- Bell, R., Maeng, J. y Peters, E. (2010). *VMSC Scientific Inquiry and NOS Task Force Report*. Virginia.
- Bereiter, C. y Scardamalia, M. (1987). *The effect of talk and writing on learning science: an exploratory study*. Hillsdale: Erlbaum

- Berenguer-Albaladejo, C. (2016). Acerca de la utilidad del aula invertida o flipped Classroom.
- Bergmann, J. and Sams, A. (2012). Flip Your Classroom : Reach Every Student in Every Class Every Day. United States: The International Society For Technology In Education.
- Bernal Guerrero, A. (2011). Neurociencia y aprendizaje para la vida en el mundo actual. Autonomía y responsabilidad. Contextos de aprendizaje y educación.
- Berrett, D. (2012). How ‘flipping’ the Classroom can improve the traditional lecture. The Chronicle of Higher Education, 12(19),1–3.
- Bishop, J. L., & Verleger, M. A. (2013). The flipped Classroom: A survey of the research. In ASEE National Conference Proceedings, Atlanta, GA, 30(9), 1–18.
- Boneu, J. M. (2007). Plataformas abiertas de *e-learning* para el soporte de contenidos educativos abiertos. RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, 4(1), 36-47.
- Britton, J. (1970). Language and learning. Nueva York: Penguin Books.
- Bueno, D. y Forés, A. (2018) 5 principios de la neuroeducación que la familia debería saber y poner en práctica. Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação Vol. 78. Núm. 1, p.p 13-25
- Cabero, J. (2006). Bases pedagógicas del *e-learning*. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento RUSC. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC), 3(1).
- Campanario, J.M. y Moya A. (1999). “¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias propuestas”. Enseñanza de las ciencias. Vol. 17. Núm. 2 pp. 179-192.
- Canabal, C., y Margalef, L. (2017). La retroalimentación: La clave para una evaluación orientada al aprendizaje. Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, 21(2), 149-170.
- Candelas, L. T., Herrera, T. D., & Almazán, S. F. (2009). Sobre la enseñanza de la termoquímica en la química del nivel bachillerato. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, (Extra), 3576-3579.
- Carretero M., León J.A., (2002). Del pensamiento formal al cambio conceptual en la adolescencia. En: Palacios, J., Marchesi, A. y Coll, C. Desarrollo psicológico y educación. Vol. 1 psicología educativa. Cap. 17.
- Castro, E., Peley, R. y Morillo, R. (2006). La práctica pedagógica y el desarrollo de estrategias instruccionales desde el enfoque constructivista. Revista de Ciencias Sociales, 12 (3), 591- 595.
- Castro, R., y Emilio, C. (2006). Una experiencia de investigación acción acerca de la redacción de informes de laboratorio por alumnos de física y química de primero de bachillerato. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 325-336.



- Cavalli-Sforza, L. (2000). *Genes, Pueblos y Lenguas*. Traducción castellana por Vivanco Juan, Barcelona: Crítica.
- Clarisa, G., Danawan, A., Muslim, & Wijaya, A.F.C. (2020). Penerapan Flipped Classroom dalam Konteks ESD untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif dan Membangun Sustainability Awareness Siswa. *JNSI: Journal of Natural Science and Integration*, 3(1), 13-25.
- Colegio de Ciencias y Humanidades (2006). *Orientación y sentido de las áreas del plan de estudios actualizado*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Colegio de Ciencias y Humanidades (2016). Programa de estudio. Área de Ciencias experimentales de Biología III-IV. CCH. UNAM. pág. 6-7
- Colegio de Ciencias y Humanidades (2016). Programas de estudio de Biología III Y IV (PEB III y IV), Área de Ciencias Experimentales. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Coll. C. (1990). *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*, (1ª ed.) México, D.F: Paidós educador, pp.180-186.
- Contreras, I. (2016). Neotenia y epigenética: la Generación Z en la universidad.
- Damayanti, H. N., & Sutarna, S. (2016). Efektivitas flipped Classroom terhadap sikap dan ketrampilan belajar matematika di SMK. *Manajemen Pendidikan*, 11(1), 2-7.
- Davini, M. C. (2008). *Métodos de enseñanza. Didáctica general para maestros y profesores*. Buenos Aires: Santillana.
- de Faroh, A. C. (2007). Cognición en el adolescente según Piaget y Vygotski. ¿ Dos caras de la misma moneda?. *Boletim Academia Paulista de Psicologia*, 27(2), 148-166.
- Del Río-Portilla, A. (2016). *Influencia de la planeación didáctica en la educación primaria para fortalecer la intervención pedagógica*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Díaz Barriga, Á. (2013). *Guía para la elaboración de una secuencia didáctica*. UNAM, México, consultada el, 10(04), 1-15.
- Dongo, A. (2008). La teoría del aprendizaje de Piaget y sus consecuencias para la praxis educativa. *Revista de investigación en psicología*, 11(1), 167-181.
- Espinosa-Ríos, E. A., González-López, K. D., & Hernández-Ramírez, L. T. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12(1), 266-281.
- Faqih, W.F., Sulthon, & Ulfa, S. (2016). Meningkatkan Keaktifan Peserta Didik dalam Pembelajaran Sejarah dengan Model Flipped Classroom. *Prosiding UM: Inovasi Pendidikan di Era Big Data dan Aspek Psikologinya*, 523-528

- Fay, E., Grove, N., Towns, M.H., y Bretz, S. L. (2007). A rubric to characterize inquiry in the undergraduate chemistry laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 212–219.
- Fensham, P. J. (2013). Beginning to teach chemistry. In *The content of science: A constructivist approach to its teaching and learning* (pp. 26-40). Routledge.
- Feo. R., (2010). Orientaciones básicas para el diseño de estrategias didácticas. *Tendencias pedagógicas* N°16, instituto pedagógico de miranda, pp 220-236.
- Ferrés Gurt, C., Marbà Tallada, A., & Sanmartí Puig, N. (2014). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), pp-22.
- Florence, M.K. y Yore, L.D. (2004). Learning to write like a scientist: coauthoring as an enculturation task. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), pp. 637-668
- Friedler, Y., & Tamir, P. (1990). *Basic concepts in scientific research*. Israel Science Teaching Center, Hebrew University.
- Furió Más, C. J., y Furió, C. (2018). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación química*, 11(3), 300-308.
- Furman, M., Barreto Pérez, M. del C., y Sanmartí, N. (2013). El proceso de aprender a plantear preguntas investigables. *Educación Química*, 14, 1-16
- Garcia Arieto, L. (2003). La educación a distancia. Una visión global. Publicado en el *Boletín Ilustre Colegio de Doctores y Licenciados de España*. N° 146, pp.13-27.
- García, M. & Segué, T. (2020). *¿Cómo se aprende en el contexto familiar?.* (Módulo Didáctico). Barcelona: Editorial UOC.
- Ghiffar, M.A.N., Nurisma, E., Kurniasih, C., & Bhakti, C. (2018). Model Pembelajaran Berbasis Blended Learning Dalam Meningkatkan Critical Thinking Skills Untuk Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan, STKIP Andi Matappa Pangkep*, 85-94.
- Granja, D. O. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia*, (19), 93-110.
- Granja, D. O. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia*, (19), 93-110.
- Hand, B. y Prain, V. (2002). Teachers' implementing writing-to-learn strategies in junior secondary science: a case study. *Science Education*, 86(6), pp. 737-755.
- Hastuti, Wiwik Dwi. (2020). Bab XII Membangun Motivasi dan Kemandirian Peserta Didik Berkebutuhan Khusus Melalui Flipped Classroom di Masa New Normal Covid-19. *Prosiding*

Webinar Magister Pendidikan Nonformal Pascasarjana Universitas Negeri Gorontalo; Tema: Pembelajaran Anak Usia Dini berbasis Sentra Alam dengan Pendekatan Saintifik pada Masyarakat Teluk Tomini Gorontalo, 8 September 2020, 181-192.

- Herrera Batista, L. (2002). Las fuentes del aprendizaje en ambientes virtuales educativos. *Reencuentro. Análisis de Problemas Universitarios*, N° 35, 69-74.
- Hesse III, J. J., & Anderson, C. W. (1992). Students' conceptions of chemical change. *Journal of Research in science teaching*, 29(3), 277-299.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 299-313.
- Hofstein A., & Lunetta V.N. (2002) *The laboratory in science education Foundations for the Twenty-First Century*. Wiley Periodicals, Inc, 2003.
- Hwang, G.J., Yin, C., & Chu, H.C. (2019). The era of flipped learning: promoting active learning and higher order thinking with innovative flipped learning strategies and supporting systems. *Interactive Learning Environments*, 27(8), 991–994.
- Ibarra-Rivera, T. R., Delgado-Montemayor, C., Oviedo-Garza, F., Pérez-Meseguer, J., Rivas-Galindo, V. M., Waksman-Minsky, N., & Pérez-López, L. A. (2020). Setting Up an Educational Column Chromatography Experiment from Home. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3055-3059.
- Illanes, A. (2008). Enzyme classes, Properties and technological significances. Andre Illanes (ed), *Enzyme Biocatalysis*, Chile, pp 16-21. Springer.
- Jansen, C. & Merwe, P. (2015). Teaching practice in the 21st century: Emerging trends, challenges and opportunities. *Universal Journal of Educational Research*, 3(3), 190-199.
- Johnstone, A.H., Sleet, R.J. y Vianna, J.F., An information processing model of learning: its application to an undergraduate laboratory course in Chemistry, *Studies in Higher Education*, 19, 77-87, 1994.
- Ketpichainarong, W. Panijpan, B., & Ruenwongsa, P. (2010). Enhanced learning of biotechnology students by an inquiry-based cellulose laboratory. *International Journal of Environmental & Science Education*, 5(2), 169-187.
- Ketpichainarong, W., Panijpan, B., & Ruenwongsa, P. (2010). Enhanced learning of biotechnology students by an inquiry-based cellulase laboratory. *International Journal of Environmental and Science Education*, 5(2), 169-187.
- Keys, C.W. (1999). Revitalizing instruction in scientific genres: connecting knowledge production with writing to learn in science. *Science Education*, 83(2), pp. 115-130.

- KEYS, C.W. (2000). Investigating the thinking processes of eight grade writers during the composition of a scientific laboratory report. *Journal of Research in Science Teaching* 37, pp. 676-690.
- Kurt, H. (2013). Determining biology student teachers' cognitive structure on the concept of enzyme. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(2), 211-243.
- Lazarowitz, R. & Penso, S. (1992). High school student's difficulties in learning biology concepts. *Journal of Biological Education*, 26, 3, 215-223
- Linenberger, K. J., & Bretz, S. L. (2012). Generating cognitive dissonance in student interviews through multiple representations. *Chemistry education research and practice*, 13(3), 172-178.
- Lo, C. K., & Hew, K. F. (2017). A critical review of flipped Classroom challenges in K- 12 education: possible solutions and recommendations for future research. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12(1),
- López González, W. O., & Vivas Calderón, F. (2009). Estudio de las preconcepciones sobre los cambios físicos y químicos de la materia en alumnos de noveno grado. *Educere*, 13(45), 491-499.
- Lucci, M.A. (2006). La propuesta de Vygotsky: la psicología socio-histórica. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 10(2), 1-11.
- Lucena, F. J. H., Díaz, I. A., Rodríguez, J. M. R., & Marín, J. A. M. (2019). Influencia del aula invertida en el rendimiento académico. Una revisión sistemática. *Campus Virtuales*, 8(1), 9-18.
- Luján Henríquez, I (2018). *Psicología del Desarrollo en Edad Escolar Grado en Educación Primaria. Manuales universitarios.* Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Lunsford, E. (2008). Guided Inquiry and Social Collaboration in an Online Classroom. *Bioscene: Journal of college biology teaching*, 34(2), 12-21.
- Martín , A, Campos, B. y Pérez, L. (coord.) (2021). *El desarrollo de la profesión docente. Una nueva visión desde la acción pedagógica.* Editorial UNED.
- Martín, B. (2018). La teoría del aprendizaje y el desarrollo de Lev Vygotski. *EIDLE, Educación, Innovación, Desarrollo y Lengua Escrita*, 3.
- Martínez-Olvera, W., Esquivel-Gámez, I., & Martínez Castillo, J. (2014). Aula invertida o modelo invertido de aprendizaje: Origen, sustento e implicaciones. *Los Modelos Tecnológicos Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI*, 143-160.
- Mata, C. D. L., Álvarez, J. B., & Alda, E. (2011). Ideas alternativas en las reacciones químicas.
- Mayerhofer, N., & Cabrera, E. (2017). El uso de experimentos científicos caseros como apoyo en la educación virtual. *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia*, 9(18), 7.

- Midun, H., Degeng, I.N.S., Kuswandi, D., & Ulfa, S. (2019). Effects of Inverted Classroom and Self-Regulated Learning on Conceptual Learning. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 8, (2), 181-201
- Montenegro-Velandia, W., Toro-Jaramillo, I. D., Montoya-Agudelo, C. A., Pérez-Villa, P. E., Cano-Aroyave, A. M., Arango-Benjumea, J. J., ... & Coronado-Ríos, B. (2016). Estrategias y metodologías didácticas, una mirada desde su aplicación en los programas de Administración: A Look at their Application in Business Administration Programs. *Educación y educadores*, 19(2), 205-220.
- Mora, F. (2021). *NEUROEDUCACIÓN, Solo se puede aprender aquello que se ama*. Tercera edición. Madrid: Alianza Editorial.
- Morán, O.P. (2010) *Estrategia metodológica de la evaluación. Métodos, Técnicas e instrumentos en: La Evaluación Cualitativa en los Procesos y Practicas del trabajo en el Aula*. IISUE, UNAM, Cap.6
- Moreno, E y Quintanilla, M. (2012) *Creencias del profesorado de Educación Básica en formación sobre la enseñanza de la ciencia escolar: Análisis desde un debate de grupo*. *Estudios pedagógicos* Vol. 38. No. 2
- Muñoz-Corona L. y Ávila-Ramos J. (2012) *Población Estudiantil del CCH ingres, tránsito y egreso, Trayectoria escolar de siete generaciones 2006-2012*. UNAM. pp 13-31
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.
- Navarra, J. M. (2001). *Didáctica: concepto, objeto y finalidades*. Didáctica general para psicopedagogos. Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED.
- Nguyen, J. G., & Keuseman, K. J. (2020). Chemistry in the Kitchen Laboratories at home. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3042-3047.
- Olivera, E., Donoso, J. y Orellana, A. (2011). Tipos de aprendizaje en estudiantes de enseñanza media técnico profesional: un análisis desde la teoría de David Ausubel. *Orientación y Sociedad*, vol. 11, 1-37.
- Oliveras, B., Márquez, C., y Sanmartí, N. (2012). Aprender a leer críticamente. *Alambique*, 70, 37-45.
- Özarlan, M., & Çetin, G. (2014). An investigation of students' views about enzymes by fortune lines technique. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching* (Vol. 15, No. 1).

- Pessoa de Cavalho A.M. (1997). La construcción del conocimiento y la enseñanza de las ciencias. En: La enseñanza de las Física en la escuela secundaria. Lecturas, programa para la transformación y el fortalecimiento académicos de las escuelas normales. Coord. José Antonio Chamizo Guerreo y Armando Sánchez Martínez (1ª ed.) México D.F. S.E.P. Ppp121-127.
- Pfundt, H. & Duit, R. (2007). Bibliography: Students' alternative frameworks and science education, Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel.
- Pols, F. (2020). A Physics Lab Course in Times of COVID-19. *Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 24(2), 172-178.
- Pozo, J y Gómez-Crespo, M. (2004). Aprender y enseñar ciencia: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid: Morata.
- Ramírez-Ramírez J. y Ayala-Aceves M. (2014). “Enzimas: ¿Qué son y cómo funcionan?”. *Revista digital universitaria*, num12, vol. 15. Pp 4-13.
- Reyes-Cárdenas, F. D. M., Ruiz-Herrera, B. L., Llano-Lomas, M. G., Lechuga-Uribe, P. A., & Mena-Zepeda, M. (2021) Percepción de los alumnos de química sobre el cambio de modalidad educativa en la pandemia por COVID-19. *Educación Química*, 32(5), 127-141.
- Rice, P. (1999). Adolescencia. Desarrollo, relaciones y cultura. España: Prentice Hall
- Rivard, L.P. y Straw, S.B. (2000). The effect of talk and writing on learning science: an exploratory study. *Science Education*, 84(5), pp. 566-593.
- Rivera-Vargas P., Alonso C., y Sancho J. (2017). Desde la educación a distancia al *e-learning*: emergencia, *Educación y Tecnología*, 1, 1-13.
- Rivero García, M. M. (2012). Teoría genética de Piaget: constructivismo cognitivo.
- Rodríguez, M. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. *Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa*, 3(1), 29- 50.
- Rua, A. M. L., & Alzate, Ó. E. T. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 8(1), 145-166.
- Rushton, G. T., Dias, M., & McDurmon, G. (2008). A coupled inquiry lesson explores the catalytic activity of amylase on starch. *The Science Teacher*, 60, 60.
- Sanmartí, N., y Oliveras, B. (2011). Leer críticamente las ideas y pruebas científicas que aportan artículos periodísticos. En M.P. Jiménez alexandre (ed.) y L. Fernández-López (coord.), *Cuaderno de Indagación en el aula y Competencia Científica*, pp. 54–77. Madrid:Ministerio de Educación.
- Selvi, M., & Yakişan, M. (2004). Üniversite birinci sınıf öğrencilerinin enzimler konusu ile ilgili kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2).

- Selwyn, N. (2014). Internet y educación. En OpenMind - BBVA, Cambio: 19 ensayosclave acerca de cómo internet está cambiando nuestras vidas (pp. 190-213).Recuperado de <https://www.bbvaopenmind.com/articulos/internet-y-educacion/>
- Siegel, S. (2015). Estadística no paramétrica: Aplicada a las ciencias de la conducta. Trillas. México. 437 p.
- Siemens, G. (2004). Conectivismo: una teoría de aprendizaje para la era digital. Recuperado de <http://clasicas.filos.unam.mx/files/2014/03/Conectivismo.pdf>
- Sınan, O. (2007). Fen bilgisi öğretmen adaylarının enzimlerle ilgili kavramsal anlama düzeyleri. Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 1(1), 1-22.
- Tacca-Huaman D.R. (2011) La enseñanza de las ciencias naturales en la educación. vol 14I nvest. educ.,pp. 126-151.
- Talbert, R. (2014) Inverting the Linear Algebra Classroom. PRIMUS: *Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 24(5), 361-374
- Tamir, P., Nussinovitz, R., y Friedler, Y. (1982). The development and use of a Practical *Test Assessment Inventory*. *Journal of Biological Education*, 16, 42–50.
- Toro, S. T., & Carrillo, J. A. O. (2003). Indicadores de calidad en las plataformas de formación virtual: una aproximación sistemática. *Etic@ net: Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento*, (1), 2.
- Tünnermann. C, De Souza M. Los desafíos de la universidad en la sociedad del conocimiento, cinco años después de la conferencia mundial sobre educación superior [Internet]. Comité científico regional para América Latina y el Caribe del Foro de la UNESCO. 2003 [citado 11/09/2021]. Disponible en: <https://octavioislas.files.wordpress.com/2014/10/unesco-2003.pdf>
- Vargas, K., & Villavicencio, J. K. A. (2020). El constructivismo en las concepciones pedagógicas y epistemológicas de los profesores. *Revista Innova Educación*, 2(4), 555-575.
- Vasiliadou, R. (2020). Virtual laboratories during coronavirus (COVID-19) pandemic. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 48(5), 482-483.
- Wahyudi, D., & Suheri. (2020).Implementation and Evaluation of Digial Literacy: Strategies to Increase Reading Interest Elementary learners. *The International Journal of High EducationScientists (IJHES)*, 1(1), 1–15.
- Warwick, P., Linfield, R.S. y Stephenson, P. (1999). A comparison of primary school pupils' ability to express procedural understanding in science through speech and writing. *International Journal of Science Education*, 21(8),pp. 823-838.

- Wayne, M.B., Lewis, J. K., Y Jeff H. (2007). *Enzimas: Los catalizadores de la vida*, El mundo de la célula, sexta edición, Madrid, pp. 139-165. Pearson Addison Wesley.
- Widiyatmoko, A. (2021, June). The effectiveness of google Classroom as a tool to support online science learning: a literature review. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1918, No. 5, p. 052069). IOP Publishing.
- Windschitl, M., Thompson, J., y Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Modelbased inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92(5), 941–967.
- Yamada, M., Shimada, A., Okubo, F., Oi, M., Kojima, K., & Ogata, H. (2017). Learning analytics of the relationships among selfregulated learning, learning behaviors, and learning performance. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12(1), 13.



---

## EXPERIMENTO CUBOS DE QUESO

### Instrucciones

Estimado alumno para comenzar a desarrollar este apartado del curso, es necesario que en casa desarrolles un experimento breve pero sencillo, para ello necesitaras los siguientes materiales:

- 1) Menos de 100 gr de queso fresco (el que sea de tu elección, aunque se sugiere panela o canasto)
- 2) Tres jabones que se empleen para distintos usos, por ejemplo: un jabón para manos, un jabón para trastes y un jabón para ropa (este último se te recomienda que sea biodegradable)
- 3) 4 vasos idénticos o de la misma capacidad
- 4) Una jarra con agua potable (puede ser del grifo)
- 5) Una cuchara
- 6) Un cuchillo pequeño
- 7) una regla
- 8) Etiquetas o un plumón

### Procedimiento

Con la ayuda del cuchillo corta cuatro rectángulos de queso, trata de que no sean muy grandes y que todos ellos tengan el mismo largo, ancho y grosor, (se te sugiere el rectángulo de queso tenga 4 cm de largo x 1 cm de ancho x 1 cm de grosor), no todos quedarán con exactamente las mismas medidas por lo que debes registrarlas en la tabla que se te brinda a continuación.

Queso medidas iniciales (largo x ancho x grosor)	Tratamiento	Medidas día 1	Medidas día 2	Medidas día 3
	Agua			
	Jabón 1			
	Jabón 2			
	Jabón 3			

Agrega la misma cantidad de agua en los cuatro vasos, el primero quedará con agua simple, en el segundo vaso diluye una cucharada de jabón para manos, en el tercer vaso de agua diluye el jabón para trastes, por último, en el cuarto vaso diluye el jabón para ropa, con ayuda de etiquetas o un plumón rotula en la superficie del vaso el jabón que estas empleando para cada uno de los vasos.

Para finalizar agrega a cada vaso un trozo de queso con sus respectivas medidas, cada 24 horas o una vez al día toma las medidas de los quesos, registra tus resultados en la tabla, además elabora un registro fotográfico y observaciones.

Tratamiento	Día 1 (Observaciones)	Día 2 (Observaciones)	Día 3 (Observaciones)
Agua			
Jabón 1			
Jabón 2			
Jabón 3			

A su vez escribe en un cuadro los ingredientes de cada uno de los jabones empleados.

	Ingredientes
Jabón 1	
Jabón 2	
Jabón 3	

Investiga y escribe las características nutricionales del queso que empleaste.

<b>Información Nutricional</b>	
Tamaño de la Porción	
<b>Cantidades por Porción</b>	<b>% IDR</b>
Valor Calórico < 10 cal	
Grasas	
Proteínas	
Carbohidratos	
Fibra alimentaria	
Monohidrato de Creatina	
Glutamina L	
Ext. Seco Ginkgo Biloba	
Citulina	
Vitamina B6	
Vitamina B2 (Riboflavina)	
Vitamina B1 (Tiamina)	
Ácido fólico	
Vitamina H (Biotina)	
Vitamina B12	
Vitamina E al 50 %	
* % IDR no establecido. Porcentajes de Ingesta Diaria Recomendada basados en una dieta de 2000 calorías. Sus requerimientos pueden variar de acuerdo a sus necesidades calóricas.	

### RA-P-RP (RESPUESTA ANTERIOR, PREGUNTA, RESPUESTA POSTERIOR)

Estrategia que permite construir significados en tres momentos, es muy útil para indagar conocimientos previos, la comprensión y el pensamiento crítico.

Instrucciones:

- De manera individual los alumnos llenaran la primera columna RA, con ello se examinan los conocimientos y creencias previas, el profesor anotara en el pizarrón las ideas que tuvieron en común el grupo.
- Se realizará un experimento demostrativo con las preguntas.
- Se brindará una lectura.
- Los alumnos rellenaran en equipo la columna RP comparando sus respuestas con la columna RA y se anotaran en el pizarrón.
- Se toma una foto del pizarrón y los alumnos entregan con su nombre el RA-P-RP como evidencia.

RESPUESTA ANTERIOR	PREGUNTA	RESPUESTA POSTERIOR
	1. ¿Qué entiendo por metabolismo? 2. ¿Qué entiendo por reacción química? 3. ¿Qué entiendo por síntesis? 4. ¿Qué entiendo por degradación? 5. ¿Qué entiendo por sistema biológico?	

#### Referencia

- ✓ Pimienta-Prieto., H.J. (2012). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje, docencia universitaria basada en competencias para la educación*. Pearson educación, México.

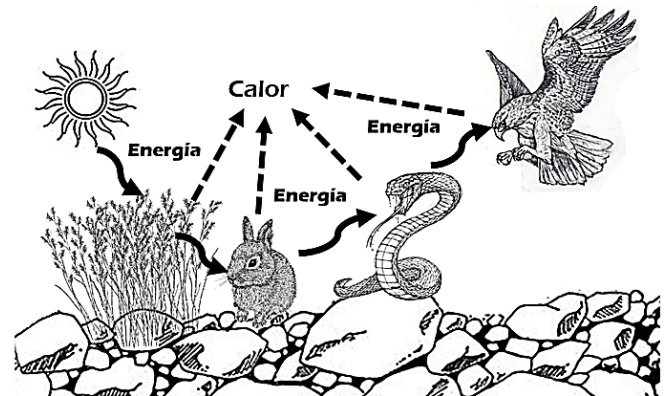
## *El flujo de la materia y la energía a través de los sistemas biológicos*

La termodinámica es una de las ramas de la Física que se aplica al estudio de los seres vivos, se encarga de comprender el flujo y la transformación de la materia y la energía. Para entender mejor la termodinámica necesitamos definir ¿Qué es un sistema?, de manera muy coloquial un sistema es un “contenedor”, piensa en cualquier contenedor, un vaso de vidrio, una botella de plástico etc., este se encuentra aislado del universo por paredes o fronteras, las cuales pueden o no permitir, la entrada y salida de materia y energía, que podemos medir en cuanto a parámetros (presión, volumen, etc.) y magnitudes (por ejemplo: fuerza).

El principal sistema biológico que compone a los seres vivos son las células, sistemas con paredes semipermeables, llamadas membranas, que las delimitan, y con las cuales se intercambia materia y energía con el exterior, existen otros sistemas biológicos como son: tejidos, órganos, sistemas, e individuos, por ejemplo: el cuerpo humano es un sistema delimitado por la piel y el exterior, podríamos definir un cuerpo humano y cualquier otro ser unicelular o pluricelular, como un sistema compuesto de microsistemas que intercambian materia y energía con el universo.

La termodinámica tiene tres leyes que son de interés para estudiar Biología:

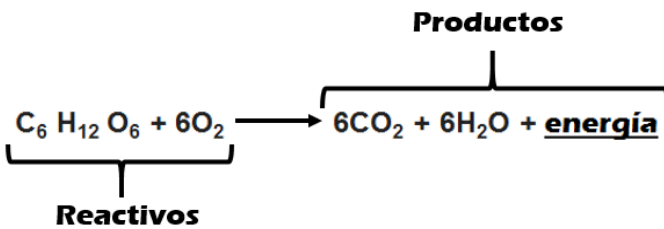
- 1) **la energía puede cambiar de una forma a otra**, por ejemplo: el cambio de energía química (potencial) a energía calórica (cinética)
- 2) **la energía sigue el principio universal de la materia, esta no se crea ni se destruye solo se transforma**. Las plantas pueden aprovechar la luz (energía) del sol para crecer.
- 3) **Cuando la materia y la energía se transforman, parte de ella se pierde o disipa**. usualmente en forma de calor.



# Construcción y Ruptura: Metabolismo

Para entender como la materia y la energía interactúan, es necesario comprender una reacción química, dentro de las células ocurren cientos y miles de reacciones químicas que ocurren a cada segundo, y permiten las funciones básicas, como alimentarse, respirar, moverse, reproducirse etc. este conjunto de reacciones químicas es lo que los científicos llaman **metabolismo**.

En una reacción química, interactúan dos o más sustancias llamadas reactivos, tienen distintas propiedades físico-químicas que, dan como resultado los productos, por ejemplo: piensa en el Hidrogeno y el oxígeno, ambos son gases (reactivos) que cuando se combinan pueden producir H<sub>2</sub>O, dan como resultado un líquido llamado agua.



las reacciones químicas tienen un equilibrio en el cual el número de átomos presentes en los reactivos es igual al número de átomos en los productos. Para simplificar las ecuaciones los científicos utilizan coeficientes y subíndices.

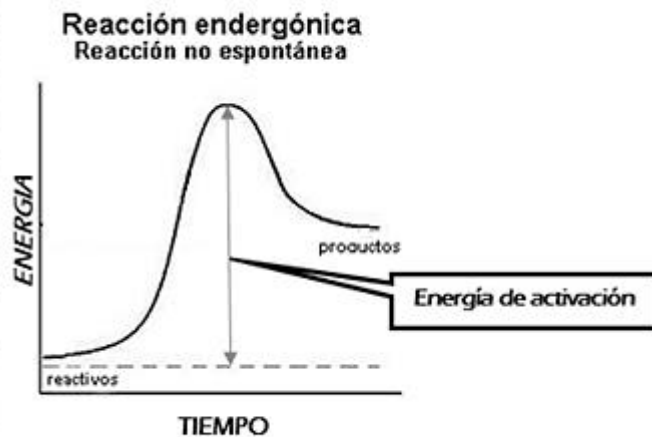
Todas las reacciones químicas requieren de un pequeño “empujón” o un “botón de inicio” para desarrollarse llamado **energía de activación**. Existen reacciones muy violentas que ocurren de manera espontánea, liberan energía en forma de calor, luz o sonido, y son llamadas reacciones **exergónicas**. Un buen ejemplo de reacción exergónica es un cohete espacial, cuando el astronauta enciende el cohete acciona una pequeña chispa (Energía de activación) los motores liberan el combustible, el gas hidrogeno (2H<sub>2</sub>) reacciona violentamente con el oxígeno (O<sub>2</sub>) produciendo vapor de agua, la energía liberada se manifiesta en forma de calor, luz y sonido permitiendo el despegue. La energía de activación es mínima comparada con la energía liberada durante la reacción, al final los productos tienen mucha menor energía que los reactivos.



Dentro de las células ocurren reacciones químicas que liberan energía mediante la ruptura de enlaces llamado catabolismo (Los griegos usaban el prefijo Kata, para indicar ruptura o destrucción

de allí la palabra catástrofe, cataclismo etc.), estas reacciones rompen moléculas gigantes para convertirlas en moléculas más pequeñas en un proceso llamado degradación.

Por otro lado, existen reacciones químicas lentas que necesitan de energía en todo momento para llevarse a cabo; llamadas reacciones **endergónicas** un buen ejemplo es hornear galletas, la masa (en este caso el reactivo) contiene muy poca energía inicial, cuando llevamos la masa al horno, este se encarga de proporcionar calor (energía de activación) en todo momento para que las galletas tengan un cambio y queden crujientes, al final los productos tendrán una mayor energía que los reactivos



Dentro de las células existen reacciones químicas que necesitan energía para formar enlaces llamado anabolismo, transformando moléculas sencillas en moléculas complejas, lo que se conoce como síntesis. Anabolismo y Catabolismo son los dos procesos opuestos que conforman el metabolismo.

### Referencia

- ❖ Levine S.J. & Miller R.K. (2004). Biology. Pearson Prentice Hall. New Jersey, First edition, pp. 201-204.
- ❖ Audersik T., Audersik G. y Byers B.E. (2003). Biología la vida en la tierra. Pearson educación, sexta edición, pp. 101-103.
- ❖ Garcia-Colin L., Dagdug L., Picquart M., y Vazquez E. (2010). Introducción a la física biológica, Tomo I. Colegio Nacional, México pp. 3-5.

**1. Practica Reacción Química**

**Nombres:** \_\_\_\_\_

2) ¿Cuál es la relación que existe entre reacción química y seres vivos?

3) ¿De que factores depende una reacción química para que esta se lleve a cabo?

4) Catabolismo, Anabolismo, Endergónico, Exergónico, Exógeno, Endógeno. Explica la relación entre estas palabras.

5) ¿Qué tipo de reacción ocurre entre el ácido sulfúrico y el azúcar?

6) ¿Qué es una caloría?

7) ¿Qué es un carbohidrato y de que está compuesto?

1) ¿Cuál fue el objetivo del experimento?

**Materiales**

Experimento 1

Experimento 2

Experimento 3

Experimento 4

**Hipótesis**

1

2

3

4

**Resultados ¿Qué ocurrió? / análisis ¿Dónde estuvo el error?**

**Conclusiones**

**Referencia**

- ✓ Pimienta-Prieto., H.J. (2012). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje, docencia universitaria basada en competencias para la educación*. Pearson educación, México.

## CARBONO COMBUSTIBLE

### Preguntas exploratorias

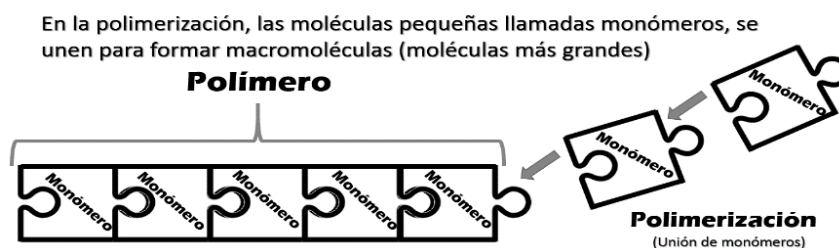
1. ¿A qué tipo de biomolécula pertenece el azúcar de mesa?
2. ¿Qué elementos tienen en común las biomoléculas?
3. ¿Por qué es de color negro al finalizar la reacción azúcar con ácido?
4. ¿En qué parte de las moléculas se almacena y libera energía?
5. ¿Cuál es la relación entre un combustible y una biomolécula?

Los seres vivos necesitan incorporar materia para crecer, repararse o reproducirse, además necesitan energía para correr, nadar, volar o transportar sustancias; pero ¿de dónde obtienen los seres vivos la materia y la energía?, la respuesta es sencilla, del carbono y ¿de dónde obtienen carbono?, simplemente del alimento que consumen, mediante un proceso conocido como nutrición.

El (o los) átomo(s) de carbono obtenido durante la nutrición llega(n) al interior de las células en forma de biomoléculas, a continuación, se presenta un cuadro que las resume:

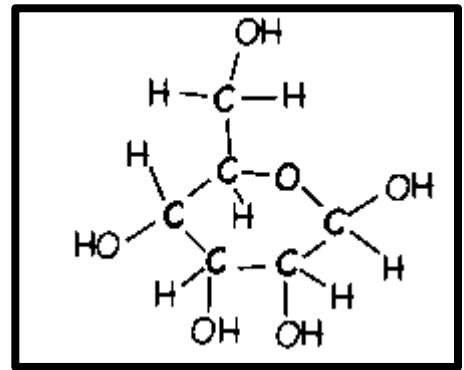
Biomolécula	Nombre común, o ejemplos.	Elemento que las conforman	Monómero
Carbohidratos	Azúcares	C, H, O.	Monosacárido
Lípidos	Ceras, Grasas y aceites	C, H, O, N, P.	Glicerol y cadenas de ácidos grasos.
Proteínas	Proteínas	C, H, O, N, P, S	Aminoácido
Ácidos nucleicos	ADN, ARN, Y ATP	C, H, N, O, P, S	Nucleótido

Las biomoléculas están compuestas de subunidades llamadas **monómeros**, las cuales podríamos definir como arreglos repetitivos de átomos de carbono, de tal manera que queda un bloque de “construcción repetitiva” algo similar a una pieza de rompecabezas, las cuales se pueden unir a otra pieza mediante un proceso conocido como **polimerización**.





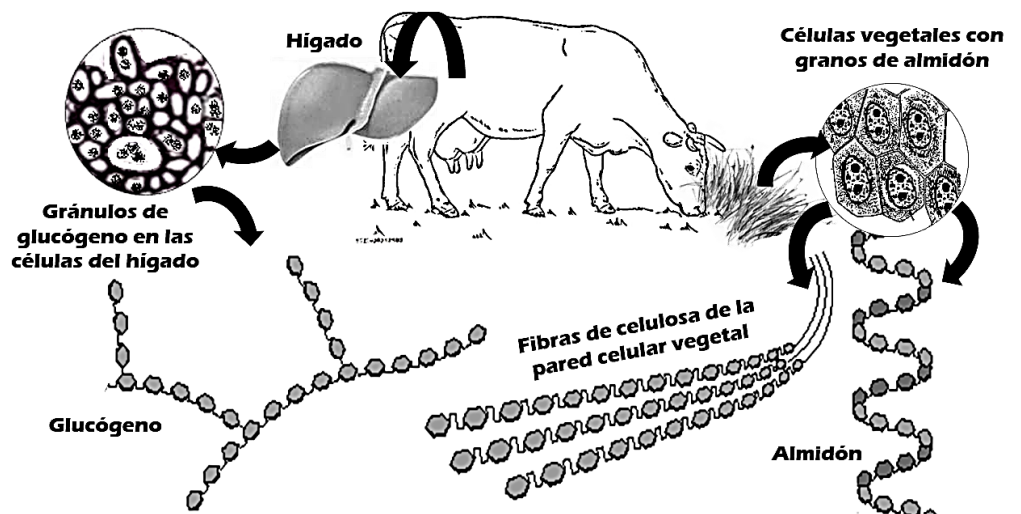
Tomaremos como ejemplo las azúcares, las azúcares tienen un monómero bien definido llamado monosacárido, el cual se representa como un anillo de carbono con un átomo de oxígeno (Imagen derecha).



La unión en cadenas de muchos monosacáridos da como resultado un polímero, un **polisacárido**, los polisacáridos más utilizados por las plantas son el almidón (que es una cadena de hasta 1000 unidades de monosacáridos). En los animales el **glucógeno** es el principal polisacárido, se produce en el hígado y se almacena en los músculos (imagen inferior).

Recuerda en las moléculas, la ruptura de enlaces (degradación) libera energía y la formación de enlaces (Síntesis) la almacena.

Sin embargo, no todos los enlaces presentes en las biomoléculas almacenan y liberan energía con la misma "potencia o eficiencia", algunas biomoléculas son mejores que otras, a la hora de almacenar y liberar energía.



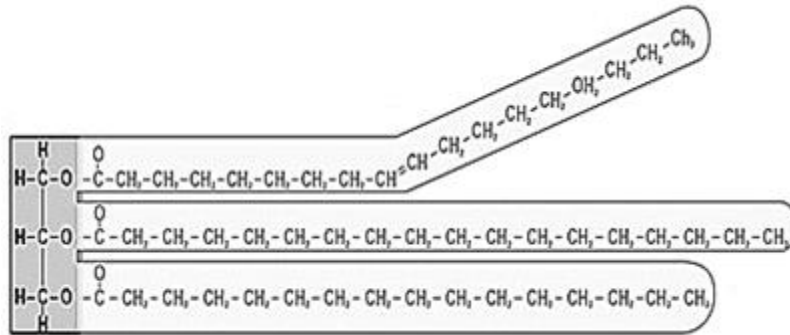
Existen alimentos que contienen más cantidad de energía que otros, una de las maneras de medir la cantidad de energía es mediante las calorías (una caloría tiene la capacidad de elevar 1°C un gramo de agua), aunque usualmente los alimentos vienen etiquetados en Kilocalorías (Unidades de 1000 calorías).

A continuación, se muestra un listado con las biomoléculas con más Kilocalorías:

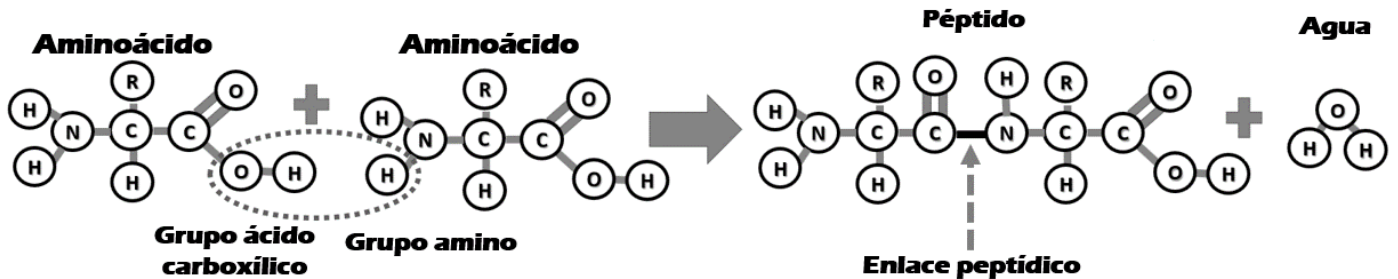
<b>Grasas</b>	<b>1gr = 9 Kcal</b>
<b>Proteínas</b>	<b>1gr = 4 Kcal</b>
<b>Carbohidratos</b>	<b>1gr = 4 Kcal</b>

Para poder funcionar correctamente los organismos necesitan una fuente donde puedan obtener de manera fácil y rápida átomos de carbono, como podrás observar en la lista de arriba las grasas o lípidos contienen una elevada cantidad de energía (9kcal/gr), sin embargo, los lípidos son grandes cadenas de átomos de carbono (lo que las vuelve moléculas muy grandes y pesadas), incluso presentan enlaces dobles entre átomos de carbono (que son difíciles de romper). Por ello los seres

vivos utilizan las grasas como reservas (almacenamiento de energía o energía de lenta liberación) (monómero de un lípido imagen inferior).



Las proteínas tienen la misma cantidad de energía que los carbohidratos o azúcares; sin embargo, el grupo amino y ácido carboxílico, hace que los aminoácidos presentes en las proteínas sean muy buenos para ensamblarse los unos con los otros, por ello las proteínas son usadas en los seres vivos como bloques de construcción para formar tejidos y ayudar a regenerar el organismo (enlace peptídico entre dos aminoácidos, imagen inferior).



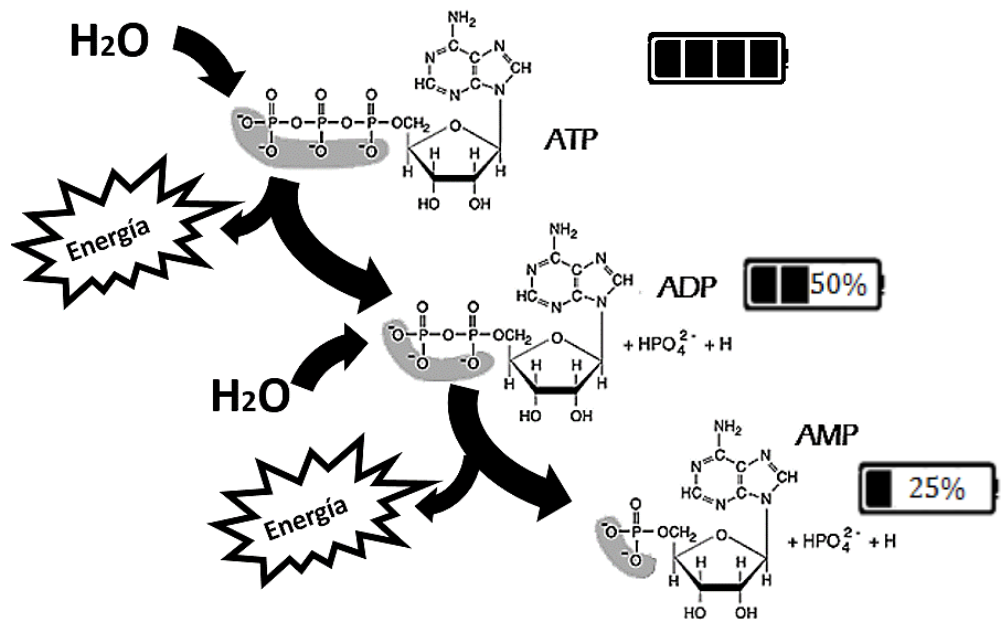
Por lo que los carbohidratos al ser de enlaces sencillos entre carbono, hidrógeno y oxígeno, y contar con un monómero de tan solo seis átomos de carbono, los vuelve el combustible por excelencia de nuestras células del cual se puede extraer energía de manera rápida y fácil.

Cuando los organismos procesan los alimentos, las moléculas orgánicas presentes en ellos son transformadas hasta sus formas más sencillas, por ejemplo: las proteínas son transformadas en aminoácidos, los polisacáridos en monosacáridos, este proceso de degradación se conoce como **ruta catabólica**, por el contrario, ensamblar moléculas sencillas para hacerlas más complejas es decir de monosacárido a polisacárido, de aminoácido a proteína es una **ruta anabólica**, las células de los seres vivos pueden destruir y modificar las biomoléculas como mejor les convengan, las rutas metabólicas no son procesos aislados, se llevan a cabo continuamente y simultáneamente dentro de la célula para la obtención y almacén de materia y energía.

Si bien los azúcares son una fuente de energía para la célula, también existen formas en las cuales las células pueden sacarle más provecho mediante un nucleótido especial conocido como **adenosín trifosfato (ATP)**.

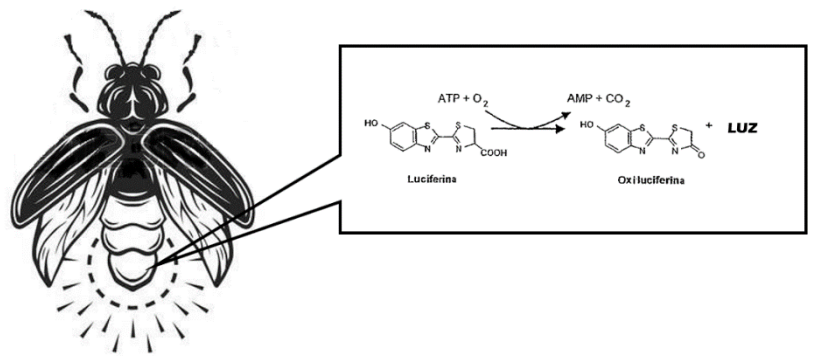
El ATP ha sido considerado la moneda energética por excelencia. Para comprender mejor cómo funciona el ATP imagina que un grupo de turistas llegan a un país con la moneda de su país de origen (Carbohidratos, lípidos o proteínas), les sería difícil pagar comida, hospedaje o transporte. Ahora imagina que los turistas cambian su dinero por la moneda local (Dólares o ATP), todas sus compras parecen más sencillas. De manera similar la célula cambia la energía de diferentes moléculas orgánicas en ATP.

La molécula de ATP está conformada por una base nitrogenada (adenina), una azúcar de cinco carbonos (ribosa) y tres grupos fosfato. La energía de la molécula se encuentra en los grupos fosfato, cuando la molécula reacciona con el agua el enlace entre el segundo y tercer grupo fosfato se rompe liberando energía química, como resultado se obtiene **el ADP (adenosín difosfato)** una molécula con menor energía, el ADP puede reaccionar nuevamente con la molécula de agua para producir **AMP (adenosín monofosfato)** una molécula con muy poca energía. Como podrás observar en la imagen de la derecha en cada reacción no solo se degradan los enlaces fosforo de la molécula, además se obtiene ácido fosfórico ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) e iones hidrogeno ( $\text{H}^+$ ).



El fosforo por su posición en la tabla periódica es muy reactivo, es decir al romperlos liberan una buena cantidad de energía útil para la célula.

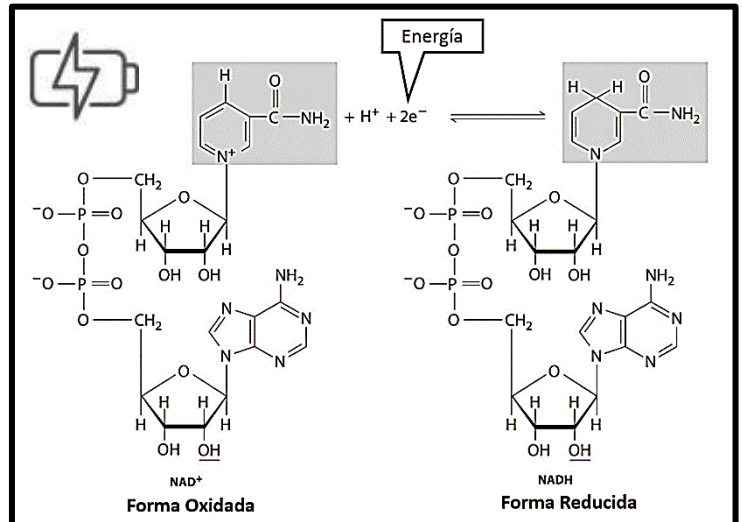
La célula utiliza de diferentes maneras la energía química liberada por el ATP, por ejemplo, para construir moléculas grandes a partir de moléculas pequeñas, transportar y expulsar sustancias dentro y fuera de la célula, para realizar trabajo mecánico, para reproducirse, e incluso para producir luz, las luciérnagas utilizan un compuesto llamado luciferina el cual reacciona con ATP y oxígeno para producir Luz



El ATP es utilizado y reutilizado dentro de la célula, el ATP se regenera rápido a partir de la molécula de ADP solo adicionando el grupo fosfato faltante.

En el metabolismo intervienen otros nucleótidos especiales que ayudan a regenerar el ATP, funcionan como “baterías recargables” llamados **transportadores de electrones**, (imagen derecha), **mediante la reducción capturan y transportan la energía** (en forma de electrones  $e^-$ ) **y mediante la oxidación la liberan**, la reacción es reversible, y el transportador se puede cargar y descargar de energía de electrones, las veces que sea necesario; la energía con la que se cargan los transportadores proviene de reacciones químicas.

Un transportador contiene energía o electrones cuando tiene una letra H al final de su nombre, y se encuentra “descargado” cuando tiene un superíndice + al final.



## Referencia

- ❖ Levine S.J. & Miller R.K. (2004). Biology. Pearson Prentice Hall. New Jersey, First edition, pp. 201-204.
- ❖ Audersik T., Audersik G. y Byers B.E. (2003). Biología la vida en la tierra. Pearson educación, sexta edición, pp. 101-103.

PRACTICA 2 BIOMOLECULAS

1) ¿Cuál es el elemento que tienen en común las biomoléculas?

2) ¿En qué parte de las biomoléculas se almacena y libera energía?

3) ¿Cuál es la relación entre combustible y biomolécula?

4) ¿Cuál es la similitud entre combustión y oxidación?

5) Hipótesis

¿Cuál fue el propósito del experimento?

6) Describe brevemente como se realizó el experimento

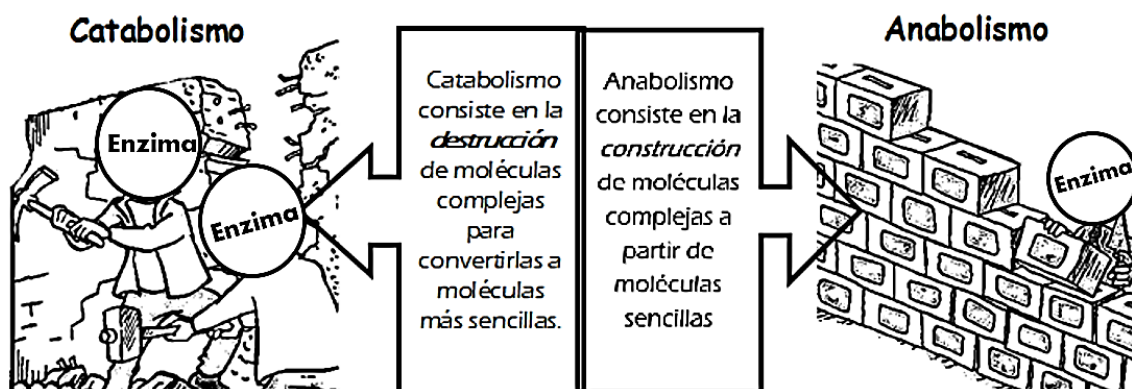
Alimento	Biomolécula	Energía k/cal	Peso	Tiempo de combustión
Azúcar				
Aceite				
Pescado				

7) Interpretación

8) Conclusiones

## Las enzimas y su papel en el metabolismo

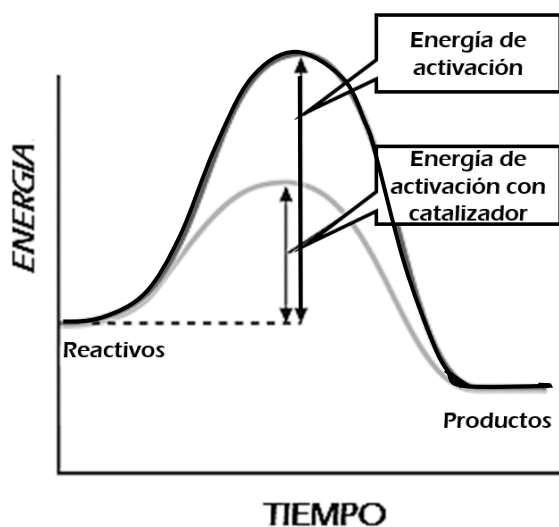
Todas las reacciones químicas del metabolismo están mediadas por conjunto de una o varias enzimas.



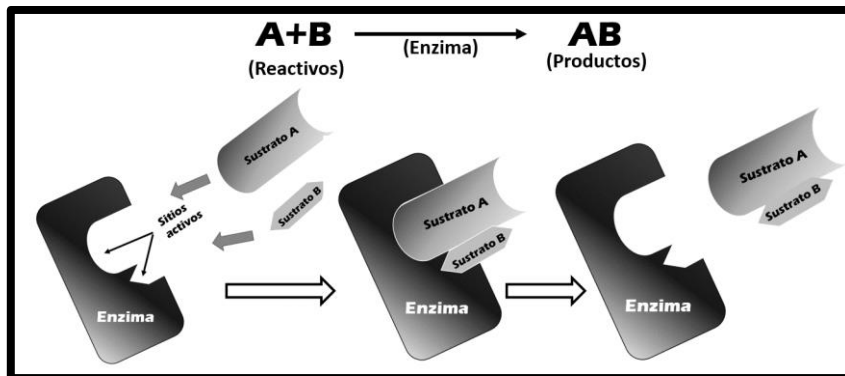
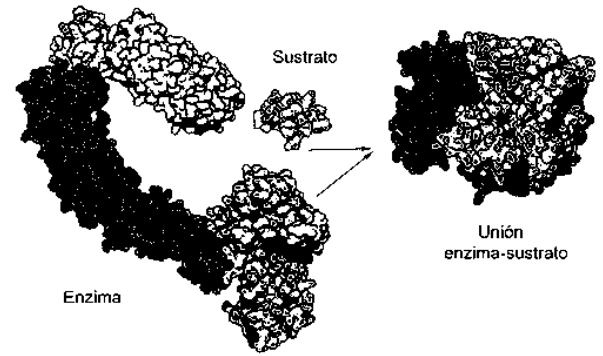
“ Todas las enzimas son proteínas, pero no todas las proteínas son enzimas”, usualmente son proteínas de estructura terciaria, su nombre termina en **asa** por ejemplo: la lactasa una enzima que se produce en el intestino de los mamíferos y les permite aprovechar el azúcar presente en la leche materna, Las enzimas son **catalizadores** es decir se enlazan temporalmente a una o más sustancias para hacerlas reaccionar, disminuyendo la cantidad de energía de activación y permiten que la reacción se lleve a cabo de manera rápida.

Las enzimas presentan las siguientes características:

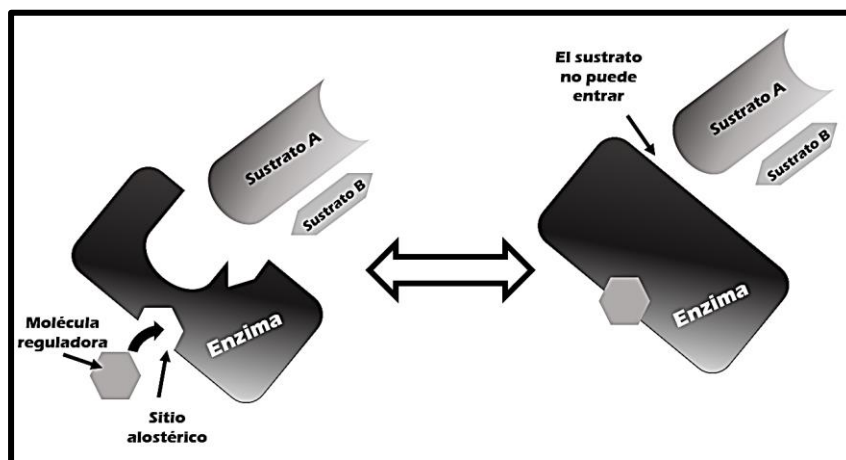
- no alteran la cantidad y calidad de los productos ni de los reactivos.
- Las enzimas no se consumen en las reacciones que catalizan (son reutilizables) sin embargo no se pueden usar eternamente y deben de ser remplazadas.
- Las enzimas funcionan en ambas direcciones y pueden hacer reversibles varias reacciones.
- Al igual que las proteínas pueden ser destruidas o modificadas por el pH, la temperatura y salinidad



las enzimas son altamente específicas, la sustancia sobre la que actúa una enzima se llama **sustrato**, a pesar de ser estructuras en tercera dimensión (imagen derecha) para su representación los científicos siguen un modelo de llave y cerradura (imagen inferior), algo similar a las piezas de un rompecabezas, la enzima y el sustrato se unen para formar un complejo enzima sustrato (la molécula de sustrato se une o enlaza a la enzima a través de interacciones como puentes de hidrogeno, electrostáticos, hidrófobos, etc. ). Los bordes en los que embonan la molécula de sustrato se conoce como **sitio activos**, los sitios activos tienen la forma complementaria al sustrato, de esta manera las enzimas pueden unir o romper únicamente un tipo de sustrato.

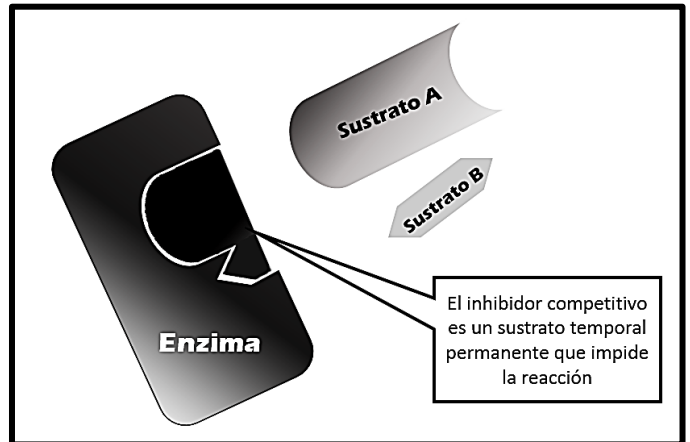


Como mencionamos las enzimas no se agotan al efectuar una reacción, podrían seguir sintetizando sustratos, a tal grado que podrían ser nocivos para la célula, existen enzimas las cuales cuentan con un interruptor de “encendido y apagado” llamadas **alostéricas**, la célula libera una molécula reguladora, la cual se va a unir a un sitio especial de la enzima, modificando sus enlaces químicos y por lo tanto la forma o conformación del sitio activo e impidiendo que se forme el complejo enzima sustrato. A corto o largo plazo la molécula inhibidora puede removerse de la enzima retomando su forma y función original.



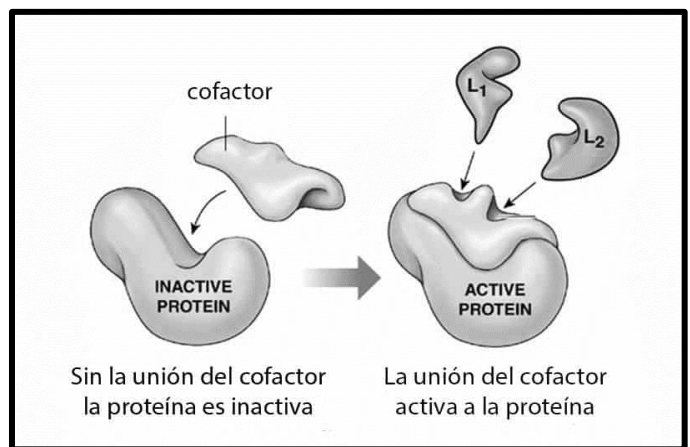


Otra manera de regular la actividad enzimática es por medio de sustratos (inhibidores competitivos) los cuales se van a unir a la enzima impidiendo que se lleve a cabo la reacción, existen inhibidores competitivos temporales y permanentes; ¿sabías que? los venenos actúan de esta manera, los venenos de los animales como las serpientes o los escorpiones son **inhibidores competitivos** que bloquean las enzimas y por lo tanto, las reacciones químicas de las células ocasionando daño o incluso la muerte de las células y del organismo afectado



Algunas enzimas actúan con la ayuda de moléculas no proteicas por ejemplo moléculas con iones y se denominan **cofactores** (las vitaminas son un buen ejemplo de cofactores), o bien se pueden unir a otras moléculas orgánicas y formar una **coenzima**.

Cuando un cofactor y una coenzima se unen a una enzima se denomina **complejo prostético**, un grupo prostético capaz de catalizar se denomina **holoenzima**, si el grupo prostético que se forma es inactivo e incapaz de catalizar entonces se denomina **apoenzima**.



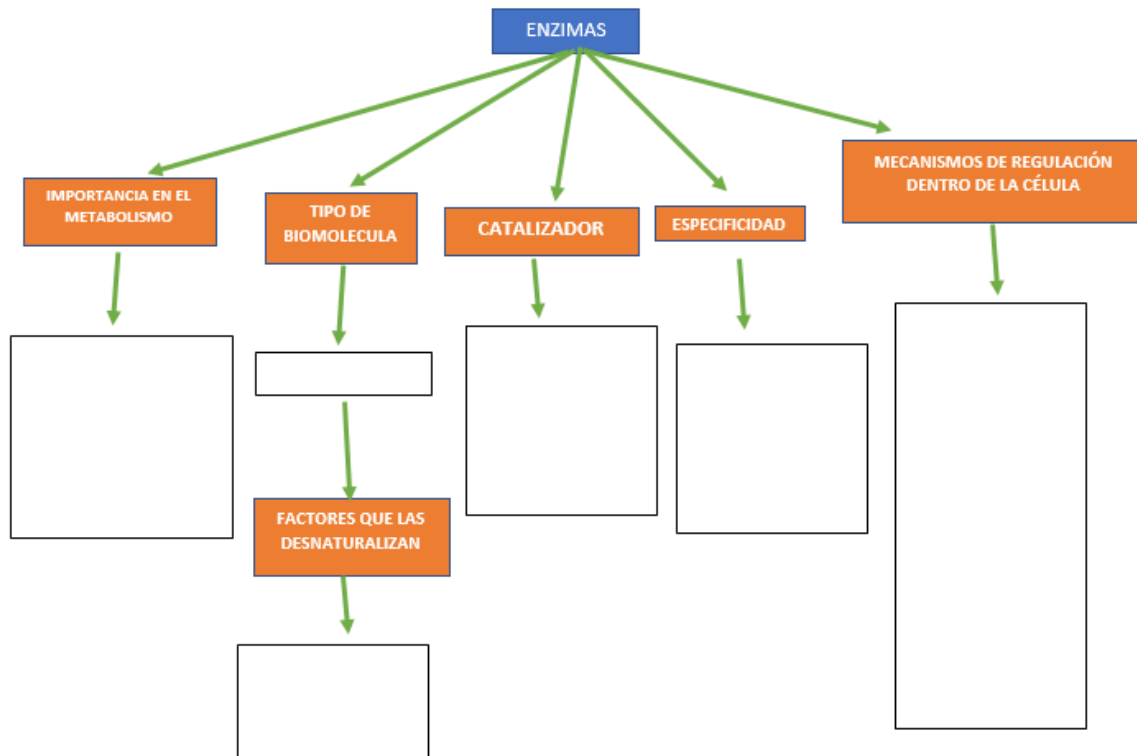
## Referencia

- ❖ Levine S.J. & Miller R.K. (2004). Biology. Pearson Prentice Hall. New Jersey, First edition, pp. 201-204.
- ❖ Audersik T., Audersik G. y Byers B.E. (2003). Biología la vida en la tierra. Pearson educación, sexta edición, pp. 101-103.



## MAPA COGNITIVO DE CAJA

Instrucciones: con base en la lectura rellena los cuadros en blanco a manera de un pequeño resumen o síntesis.



## Aplicaciones tecnológicas de las enzimas

¿Alguna vez has escuchado la palabra biotecnología?, suena como un tipo de invento o ciencia novedosa de la última década, sin embargo, la biotecnología ha acompañado a la humanidad desde que se asentaron las primeras civilizaciones, por ejemplo: la agricultura, la ganadería, la elaboración de cerveza e incluso la obtención de seda a partir de gusanos, podríamos citar cientos de ejemplos, no obstante la biotecnología busca obtener bienes y servicios a partir del metabolismo de los seres vivos y sus derivados, y las enzimas no son la excepción. Hace más de dos mil años los egipcios almacenaban la leche en estómagos deshidratados de animales, notaron que con el paso de los días se formaba un sólido blanquecino, el cual hoy día denominamos cuajo, al prensarse se separaba del suero, y se obtenía queso fresco, la responsable de esta reacción química era la quimosina una enzima encargada de degradar proteínas durante la digestión, la quimosina actuaba sobre las proteínas de la leche tornándolas insolubles, haciendo que se precipitarán; Incluso el griego Homero relata la elaboración de quesos a partir del empleo de vísceras de animales, además narra que se podía obtener el mismo resultado con el jugo de los higos (la responsable otra enzima, la ficasa que se encuentra en el látex de la higuera). La exploración de las enzimas continuo en el siglo XVIII, cuando el italiano Lázaro Spallanzani informó que la carne se licuaba con el jugo gástrico de las aves, sin embargo no fue hasta principios del siglo XIX que se profundizó en el estudio de las enzimas, durante este siglo los científicos intuían que había algo dentro de las células que jugaba un papel importante en la transformación química, a estas sustancias las denominaron “fermentos” haciendo referencia a la descomposición y la putrefacción. En 1835 el químico sueco Berzelius adelantado a su época determinó que los fermentos están presentes en plantas y animales, y que juegan un papel importante en miles de procesos catalíticos que ocurren en los tejidos y fluidos celulares; en la época de Berzelius dominaba la idea central del vitalismo, los científicos pensaban que los fermentos únicamente funcionaban dentro de las células vivas, las cuales les conferían una fuerza vital que las activaba, incluso hubo una disputa acalorada entre Pasteur y Liebig; Pasteur afirmaba que los fermentos son capaces de actuar fuera de las células, sin la necesidad de la presencia de células vivas, mientras Liebig afirmaba que los fermentos actuaban únicamente en el interior de células vivas, cada uno tenía razón a su manera. En 1897 Eduard Buchner realizó el experimento que

pondría fin a la disputa, Buchner quería saber si la fermentación era posible sin células vivas por lo que tomo levadura (un hongo), lo machaco con ayuda de un émbolo y un polvo abrasivo (polvo de diatomeas) así rompería las células, la masa que obtuvo la coloco sobre un lienzo, posteriormente con la ayuda de una prensa hidráulica obtuvo un jugo libre de células, el cual incorporó a una solución de azúcar, tras un breve periodo de tiempo se obtenía dióxido de carbono, era la primera vez que se podía observar la fermentación alcohólica sin la intervención de células vivas, el jugo que obtuvo Buchner se conoce como Zimasa una enzima que emplean las levaduras para degradar azúcares de la harina a la hora de fermentar la masa para el pan, el experimento le valió el Nobel de química en 1907. Veinte años después (1926) el científico James Summer obtuvo la ureasa, la primera enzima cristalizada a partir de semillas de soya, fue entonces que se comenzaba a comprender la naturaleza proteica de las enzimas, y dejaron de llamarse fermentos, Summer colaboró con otros científicos como Jhon Northrop y W.M. Stanley con los cuales purificó varias enzimas. Mas Tarde (1965) otro científico estadounidense David Chilton Phillips determinó por primera vez la estructura tridimensional de una enzima mediante la difracción de rayos X. Actualmente los científicos han logrado descubrir apenas unas 4,000 enzimas diferentes y es que una simple célula contiene miles de enzimas distintas, que operan al mismo tiempo formando una densa red de reacciones químicas, donde el producto de una es el reactivo de la otra, algo similar a varios corredores pasando la estafeta o como obreras que trabajan en una cadena de producción. Las enzimas tienen aplicaciones en diversas industrias como: la alimenticia, farmacéutica, textil, entre otras, generando billones de dólares anuales, el mercado lo encabezan los países orientales como china y la india. Veamos algunos ejemplos industriales de las enzimas...el moho, ese desagradable hongo que crece sobre el pan, posee una enzima llamada diastasa, con la cual degrada azúcares, esta misma enzima se ha encontrado en semillas que se encuentran en proceso de germinación, el pequeño embrión utiliza la enzima para nutrirse de las azúcares dentro de la semilla, e incluso se ha encontrado en la miel, solo que los científicos aún discuten sí el origen de la enzima es del polen presente en el néctar de las flores o del tracto digestivo de la abeja, lo que sí sabemos es que las mieles de tonos más oscuros, tienen mayor concentración de diastasa e incluso mejor calidad; actualmente utilizamos esta y otras enzimas como la amilasa (enzima que se encuentra en la saliva) para la producción de jarabes, melazas y endulzantes artificiales.



Nuestro páncreas y el de los animales contiene pancreatina, la enzima ayuda a degradar las grasas, en un principio se utilizó para curtir artículos de piel, así la piel quedaba suave y flexible para fabricar una maleta o un sombrero; algunas cremas corporales contienen la enzima en pequeñas dosis, de igual manera la podemos encontrar en los detergentes y lava platos... ¿A quién no le gusta un buen jugo por las mañanas?, pero luego cuando lo tomas, sientes el bagazo rozando la garganta, y por más que lo pasas por un colador no logras eliminarlo, para ello existen las pectinasas, enzimas que se emplean durante la filtración para clarificar jugos y vinos. ¿Has



comprado alguna vez unos jeans deslavados?, ¿Te has fijado que algunas hojas de papel son de un tono más blanco que otras?, la celulasa es la enzima que se extrae de algunos hongos, se utiliza en la industria textil para suavizar telas y para el blanqueamiento de la pulpa de la madera, así las hojas de papel quedan mucho más blancas, evitando el uso de productos clorados que contaminaban grandes volúmenes de agua, las enzimas al ser un producto orgánico tienen una particularidad, son biodegradables. Comer pasto no es una tarea fácil, tiene tantas fibras de celulosa que se requiere tener cuatro estómagos, o mejor dicho un estómago con cuatro cavidades como las vacas o las cabras, para aprovechar al máximo la digestibilidad, los granjeros utilizan piensos o pellets con contenido de celulasa, así el animal puede aprovechar al máximo el alimento; muchos de estos pellets también contienen fitasa una enzima que ayuda a digerir mejor el fósforo, generalmente la fitasa se les da de comer a pollos y cerdos, con ello sus heces tienen menos concentración de fósforo y se vuelven menos contaminantes. ¿tienes algún familiar intolerante a la lactosa?, la lactosa se produce en el intestino de los mamíferos, ayuda a digerir las azúcares de la leche, cuando envejecemos se deja de producir, pero no hay de qué preocuparse, en las farmacias ya venden pastillas de lactosa, o bien la lactosa se le agrega a la leche y se vende como deslactosada, o leche de fácil digestión, esta enzima también se emplea para mejorar el sabor del yogurt, quesos, y para evitar la cristalización de dulces de leche como la cajeta. La glucosaóxidasa es una enzima que retarda la oxidación, se utiliza como conservador en la mayonesa, e impide que la cerveza se amargue. Hablando de conservar, las enzimas pueden conservar la belleza, la superóxido dismutasa, es una enzima presente en cremas corporales y bloqueadores solares, ayuda a capturar los radicales

libres y protege la piel de los contaminantes, con lo que siempre gozarás de una piel joven y lozana. La lacasa una enzima de la calabaza se emplea en ceras para peinar y fijadores de cabello, con lo cual tu cabello puede pasar de rizado a lacio más fácilmente. La papaína una enzima que se encuentra en las semillas de la papaya se emplea como ablandador de carne, pero también en la pasta de dientes, para blanquearlos, eliminar la placa y cuidar las encías. Otra fruta de la cual se han extraído enzimas es la piña, cuando comes piña te escaldas la lengua, es una reacción normal puesto que la bromelina actúa sobre tus papilas gustativas, pero la bromelina también tiene otros usos, ayuda a la digestión y como antiinflamatorio, puesto que es una enzima que degrada proteínas. Podríamos seguir con esta interminable lista de ejemplos, pero apenas es la punta del iceberg, año con año los científicos descubren nuevas enzimas, hemos obtenido enzimas resistentes a las temperaturas, a partir de bacterias que viven en fuentes termales, los hielos del polo, enzimas resistentes a la salinidad de los océanos, conocemos enzimas que nos ayudan a cortar y pegar fragmentos de ADN. Una simple enzima puede tener múltiples aplicaciones en la industria, que abren paso a nuevas tecnologías en el futuro, aunque estos descubrimientos también suponen retos ya que no todas las enzimas se pueden extraer y actuar fuera de las células, debido a que algunas enzimas están muy acotadas a ciertas condiciones dentro de las células como la presión, medio acido o temperatura y tienden a perder su estructura y por lo tanto su actividad.

## Referencia

- ❖ Illanes, A. (2008). Enzyme classes, Properties and technological significances. Andre Illanes (ed), *Enzyme Biocatalysis*, Chile, pp 16-21. Springer.
- ❖ Ramírez-Ramírez J. y Ayala-Aceves M. (2014). “Enzimas: ¿Qué son y cómo funcionan?”. *Revista digital universitaria*, num12, vol. 15. Pp 4-13.

## 11.0 Anexo Instrumentos de evaluación.

### Anexo 1

---

#### EXAMEN DIAGNOSTICO (FORMULARIO DE GOOGLE)

El siguiente es un examen diagnóstico, su propósito es evaluar tus conocimientos previos, por lo que no tendrá una calificación, solo se te pide lo contestes sin ayuda de materiales o ayuda de tus compañeros.

1. Son ejemplos de sistemas biológicos:

- Masa, Fuerza, Volumen,
- Metabolismo, Catabolismo, Anabolismo
- Celulas, Organos, Individuos
- Reactivos, Productos, Reactantes

---

2. Son las leyes de la termodinámica que permiten estudiar a los sistemas biológicos: (puedes seleccionar más de una opción) \*

- Todo cuerpo tiende a permanecer en reposo, si no hay una fuerza que actúe sobre él
  - La materia no se crea ni se destruye solo se transforma
  - La aceleración de un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza pero inversamente proporcional a la ...
  - Cuando la materia y la energía se transforman, parte de ella se pierde o disipa, usualmente en forma de ca...
  - La energía puede cambiar de una forma a otra
-

...

3. Son características de una reacción química: (puedes seleccionar más de una opción) \*

- El número de átomos presentes en los reactivos es igual al número de átomos en los productos
  - La energía de activación es empleada para la formación y ruptura de enlaces entre los átomos
  - Los productos tienen distintas propiedades físicas y químicas que los reactivos
  - Siempre es necesaria la intervención de un catalizador
- 

4. Conjunto de reacciones químicas que se efectúan dentro de las células y permiten funcionamiento de los seres vivos \*

- Metabolismo
  - Nutrición
  - Digestión
  - Reproducción
- 

5. ¿Qué es anabolismo? \*

- Un proceso metabólico donde los polímeros se degradan a monómeros
  - Una estructura de carbono bien definida
  - Un proceso metabólico donde los monómeros se sintetizan en polímeros
  - Una cadena larga de múltiples monómeros
-

6. Proceso mediante el cual los seres vivos incorporan carbono a sus células \*

- Digestión
  - Reproducción
  - Nutrición
  - Respiración
- 

7. ¿Cual de las siguientes biomoléculas presenta monómeros bien definidos y fáciles de romper, haciéndolas un buen combustible para las células ? \*

- Proteínas
  - Carbohidratos
  - Lípidos
  - ADN
- 

...

8. Dentro del metabolismo, se le considera la moneda energética por excelencia \*

- AMP
  - ADP
  - ATP
- 

9. Tipo de biomolécula a la que pertenecen las enzimas: \*

- Carbohidratos
  - Lípidos
  - Proteínas
  - Ácidos nucleicos
-



10. Razón por la cual las enzimas son catalizadores:

- Se consumen durante la reacción
  - Son altamente específicas
  - Se desnaturalizan con el pH
  - Modifican la energía de activación
- 

11. Razones por las cuales las enzimas regulan el metabolismo \*

- Son específicas y reutilizables
  - Se desnaturalizan con salinidad
  - Contienen aminoácidos
  - Se encuentran en el estómago
- 

12. Permite explicar la especificidad y el mecanismo de acción de las enzimas \*

- Modelo de llave y cerradura
  - la cantidad de sustrato
  - los inhibidores
  - sitio alostérico
- 

13. Factores que desnaturalizan a las enzimas (puedes seleccionar más de una opción) \*

- PH
  - Temperatura
  - Salinidad
  - Luz
-

14. Sustancia sobre la cual actúa una enzima \*

- Cofactor
  - Sustrato
  - Inhibidor
  - Coenzima
- 

15. Sustrato que se une temporal o permanentemente al sitio activo de una enzima, impidiendo que ésta realice su función. \*

- Vitamina
  - Molécula reguladora
  - Inhibidor competitivo
  - Cofactor
- 

16. Enzimas que pueden cambiar la conformación de su sitio activo al unirse con una molécula reguladora \*

- Alostéricas
  - Competitivas
  - Coenzima
  - Cofactor
- 

17. Menciona un ejemplo del uso tecnológico de las enzimas \*

Texto de respuesta largo

---

## Anexo 2

### Rúbrica para elaborar reporte escrito

Critero y Descripción	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente
<p><b>Portada</b></p> <p>Contiene datos que facilitan la identificación del contenido.</p>	<p>Aparecen los datos que permiten identificar el contenido del trabajo como: Institución a la que pertenece, autoría (Nombres de los integrantes del equipo comenzando por apellidos y ordenados alfabéticamente) asignatura, grado, grupo, nombre del o los profesores y Fecha de entrega. <b>(Valor 1.0 pts.)</b></p>	<p>La portada omite uno o dos datos sin embargo esos datos no dificultan la identificación del contenido; Los integrantes están ordenados alfabéticamente y por apellidos, algunos integrantes omiten el nombre completo colocando las iniciales seguidas de un punto. <b>(Valor 0.75 pts.)</b></p>	<p>La portada omite tres o más datos que dificultan la identificación de contenido o algún integrante, no se respeta el orden y la distribución de los datos, Los integrantes no están ordenados alfabéticamente, algunos apellidos se abrevian colocando la inicial seguida de un punto. <b>(Valor 0.5 pts.)</b></p>	<p>La portada omite 4 o más datos que dificultan la identificación del contenido Los integrantes del equipo no están ordenados por apellido ni alfabéticamente, incluso falta algún miembro del equipo <b>(Valor 0.25 pts.)</b></p>
<p><b>Introducción</b></p> <p>Es un resumen breve a manera de narración fluida y sin errores gramaticales</p>	<p>La introducción es un resumen breve a manera de narración fluida y sin errores gramaticales en la cual se explica de manera breve cual fue la finalidad de realizar el experimento, como se realizó, cuáles fueron los resultados y la conclusión general a la cual se llegó como equipo, en un máximo de 120 palabras.</p>	<p>La introducción es un resumen breve, a manera de narración fluida, donde se explica de manera general la finalidad de realizar el experimento y como se realizó, sin embargo, se omiten detalles relevantes como los resultados o la conclusión <b>(Valor 0.75 pts.)</b></p>	<p>La introducción es un resumen muy breve, donde la narración no es tan fluida existen errores gramaticales únicamente se limita a explicar el cómo se realizó el experimento, pero no la finalidad o cuales fueron los resultados o conclusiones <b>(Valor 0.5 pts.)</b></p>	<p>La introducción son unas cuantas líneas con errores gramaticales y ortográficos, donde ni siquiera se explica en que consiste o cual fue la finalidad de realizar el experimento. <b>(Valor 0.25 pts.)</b></p>

	<b>(Valor 1.0 pts..)</b>			
<p><b>Marco teórico</b></p> <p>Es la investigación o revisión bibliográfica que hay detrás del experimento o la practica</p>	<p>El marco teórico consiste en la investigación o revisión bibliográfica que hay detrás del experimento, en este apartado se describe que son las enzimas, sus principales características, así como las enzimas y agentes químicos encontrados en los detergentes, la información nutricional de los quesos empleados y las biomoléculas presentes en ellos, máximo en 5 hojas y media, cada uno de los puntos o términos investigados debe tener su respectiva referencia bibliográfica</p> <p><b>(Valor 1.0 pts.)</b></p>	<p>El marco teórico es una investigación o revisión bibliográfica que hay detrás del experimento, los alumnos describen que son las enzimas y sus principales características, así como las encontradas en los detergentes, sin embargo, omiten agregar los agentes químicos encontrados en los detergentes o la información nutricional de los quesos, algunos datos no están referenciados correctamente.</p> <p><b>(Valor 0.75 pts.)</b></p>	<p>El marco teórico es una investigación muy breve en donde se limitan únicamente a explicar que son las enzimas y sus principales características, así como las encontradas en los detergentes, la mayoría de los datos no se encuentran referenciados.</p> <p><b>(Valor 0.5 pts.)</b></p>	<p>El marco teórico es un párrafo breve que se limita a explicar las enzimas, el cual no esta referenciado</p> <p><b>(Valor 0.25 pts.)</b></p>
<p><b>Objetivos</b></p> <p>Muestran cual fue la finalidad de llevar a cabo la práctica o el experimento.</p>	<p>Presenta un objetivo general y dos particulares, bien redactados, alcanzables y acordes al experimento</p> <p><b>(Valor 1.0 pts.)</b></p>	<p>Presenta un objetivo general y dos particulares, aunque falta precisión son alcanzables y acordes al experimento o practica</p> <p><b>(Valor 0.75 pts.)</b></p>	<p>Presenta un objetivo general y dos particulares falta precisión en la estructura y redacción alguno de los objetivos no es alcanzable o no está acorde al experimento o practica</p> <p><b>(Valor 0.5 pts.)</b></p>	<p>Presenta objetivos incompletos, no hay estructura y redacción adecuada no hay relación con el experimento</p> <p><b>(Valor 0.25 pts.)</b></p>
<p><b>Hipótesis</b></p> <p>Es una posible respuesta</p>	<p>Redactan hipótesis acordes al experimento realizado y con la estructura correcta</p> <p><b>(Valor 1.0 pts.)</b></p>	<p>Redactan hipótesis acuerdo al experimento, aunque falta precisión en la estructura y redacción</p>	<p>La hipótesis no está relacionada con el experimento, falta estructura y precisión</p>	<p>la hipótesis no tiene relación con el experimento, confunde hipótesis con objetivos, o bien coloca un</p>

<p>predictiva que se plantea con la finalidad de encontrar una explicación o solución uno o varios</p>		<b>(Valor 0.75 pts.)</b>	<b>(Valor 0.5 pts.)</b>	párrafo con información general del experimento <b>(Valor 0.25 pts.)</b>
<p><b>Metodología</b> Es una narración de los pasos, procedimientos y materiales que se utilizaron en la realización del experimento</p>	<p>la narración de los pasos es de manera descriptiva, clara, fluida, secuencial y sin errores gramaticales, se narra de principio a fin el procedimiento, durante la narración se incluyen los materiales (Extensión máxima tres hojas) <b>(Valor 1.0 pts.)</b></p>	<p>la narración de los pasos es descriptiva, clara, pero a veces poco fluida o secuencial, se narra de principio a fin el procedimiento, se incluyen los materiales <b>(Valor 0.75 pts.)</b></p>	<p>La descripción de los pasos es descriptiva, a veces no es clara y es poco fluida, se narra de principio a veces falta el final y se incluyen algunos materiales. <b>(Valor 0.5 pts.)</b></p>	<p>Se incluyen algunos pasos, pero no todos. Únicamente se presentan los materiales a manera de listado. <b>(Valor 0.25 pts.)</b></p>
<p><b>Resultados y análisis</b> En este apartado se incluyen gráficas, tablas diagramas o fotografías acorde a los resultados obtenidos</p>	<p>los resultados representados son claros y precisos facilitando la comprensión del experimento o práctica. las gráficas y/o fotografías tienen etiquetas, títulos, así como una breve descripción. El alumno analiza y argumenta sus resultados con base en su marco teórico <b>(Valor 1.0 pts.)</b></p>	<p>Algunas gráficas y/o fotografías carecen de etiquetas, títulos o una breve descripción, el alumno analiza y argumenta sus resultados con base en el marco teórico. <b>(Valor 0.75 pts.)</b></p>	<p>La mayoría de gráficas o fotografías carecen de etiquetas, títulos o una breve descripción, el alumno argumenta sus resultados, pero están pobremente relacionados con el marco teórico <b>(Valor 0.5 pts.)</b></p>	<p>Se presentan Gráficas o fotografías sin títulos o etiquetas, ninguno de los resultados esta argumentado. <b>(Valor 0.25 pts.)</b></p>
<p><b>Conclusiones</b> son ideas que van de lo general a lo</p>	<p>Establece si se cumplió o no la hipótesis, argumentando</p>	<p>Establece si se cumplió o no la hipótesis, argumentando</p>	<p>Solo establece si se cumplió o no la hipótesis, pero nunca</p>	<p>lo que redactó no es una conclusión, y nunca se</p>

particular, permiten contrastar una o varias la hipótesis, es decir se cumplió, no se cumplió y ¿Por qué?	detalladamente el porqué de su aceptación o rechazo <b>(Valor 1.0 pts.)</b>	brevemente su aceptación o rechazo <b>(Valor 0.75 pts.)</b>	argumenta su aceptación o rechazo <b>(Valor 0.5 pts.)</b>	argumenta la aceptación o rechazo. <b>(Valor 0.25 pts.)</b>
<b>Referencias</b> se incluyen a manera de listado los libros, revistas, artículos, o vídeos con los cuales se construyó el marco teórico.	las citas se encuentran ordenadas a manera de listado y ordenadas alfabéticamente. cada una de las citas se encuentra tanto en el texto como en el listado. <b>(Valor 1.0 pts.)</b>	las citas se encuentran ordenadas a manera de listado y ordenadas alfabéticamente. una o dos de las citas no se encuentra en el texto o en el listado. <b>(Valor 0.75 pts.)</b>	las citas se encuentran ordenadas a manera de listado y ordenadas alfabéticamente. dos o más de las citas no se encuentra en el texto o en el listado. <b>(Valor 0.5 pts.)</b>	las citas se encuentran ordenadas a manera de listado algunas no están ordenadas alfabéticamente. la mayoría o gran parte de las de las citas no se encuentra en el texto o en el listado. <b>(Valor 0.25 pts.)</b>

### Anexo 3

#### Rúbrica para evaluar V de Gowin

criterio	Descripción	Excelente	Regular	Deficiente
<b>Preguntas teóricas</b>	Las preguntas teóricas se ubican del lado izquierdo de la V, consiste en una pequeña investigación o revisión bibliográfica que hay detrás del experimento o la practica	Contestan a todas las preguntas de manera concreta, cada respuesta esta referenciada de la fuente de donde se obtuvo la información <b>(Valor 20 pts.)</b>	Contesta la mitad de preguntas. Contestan las preguntas de manera adecuada pero no referencian la fuente. <b>(Valor 10 pts.)</b>	Las preguntas no fueron contestadas, o bien fueron contestadas con información ambigua e irrelevante <b>(Valor 5 pts.)</b>
<b>Objetivo</b>	El objetivo muestra cual fue la finalidad de llevar a cabo la práctica o el experimento	El objetivo contesta a la pregunta es alcanzables y acorde al experimento o practica <b>(Valor 10 pts.)</b>	El objetivo que plantea es algo ambiguo, no responde a la pregunta, pero no es del todo alcanzable <b>(Valor 5 pts.)</b>	El objetivo que plantea es algo ambiguo, no responde a la pregunta del todo <b>(Valor 2.5 pts.)</b>
<b>Hipótesis</b>	La o las hipótesis son las posibles respuestas	Redactan hipótesis acordes al experimento realizado y con la estructura correcta <b>(Valor 20 pts.)</b>	La hipótesis no está relacionada con el experimento, falta estructura y precisión <b>(Valor 10 pts.)</b>	La hipótesis no tiene relación con el experimento, confunde hipótesis con objetivos, o bien coloca un párrafo con información general del experimento <b>(Valor 5 pts.)</b>
<b>Resultados y análisis</b>	Los resultados narran de manera breve lo obtenido en el experimento, el análisis es una interpretación o argumento que explica lo ocurrido a través de la investigación o preguntas teóricas.	El alumno analiza y argumenta sus resultados con base en su marco teórico <b>(Valor 30 pts.)</b>	El alumno únicamente plasma los resultados da una interpretación pero no la relaciona con sus preguntas teóricas <b>(Valor 15 pts.)</b> .	El alumno únicamente plasma los resultados sin analizarlos, argumentarlos o interpretarlos <b>(Valor 7 pts.)</b>
<b>Conclusiones</b>	Las conclusiones son ideas centrales de un fenómeno van de lo general a lo particular sintetizado la explicación del	El alumno plasma ideas que van de lo particular a lo general que explican o	El alumno únicamente plasma ideas muy particulares o muy generales,	El alumno plasma ideas ambiguas que no aportan ninguna explicación o sustento al fenómeno. <b>(Valor 20 pts.)</b>

	experimento, dando aceptación o rechazo de la hipótesis.	dan sustento a el fenómeno ( <b>Valor 20 pts.</b> )	no explica del todo el fenómeno ( <b>Valor 10 pts.</b> )	
--	--	---	--	--





## Anexo 4

### RÚBRICA PARA EVALUAR MAPAS MENTALES

Criterio / Descripción	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente
El enfoque determina la temática o idea central a partir de la cual se desarrollará el mapa mental	El tema principal se presenta en el centro como el tronco donde se desprenden las ramificaciones, es fácil de identificar ya que se encuentra resaltado. <b>(Valor 25 pts.)</b>	El tema es representado por una palabra en el centro, es difícil identificar cual es el tema principal ya que no se encuentra resaltado <b>(Valor 20 pts.)</b>	El tema no se encuentra en el lugar correcto, no tiene un formato llamativo <b>(Valor 10 pts.)</b>	No existe un tema central, la temática no corresponde con lo que se pidió <b>(Valor 5 pts.)</b>
Las palabras o ideas clave se organizan en orden de Jerarquías	Se elijen los conceptos o ideas más importantes, se destacan y diferencian de ideas o conceptos secundarios por medio ramificaciones escalonadas. <b>(Valor 25 pts.)</b>	Se manifiesta el orden de las Jerarquías entre ideas y conceptos por medio de ramificaciones escalonadas, una o dos ramas no muestran una jerarquía clara <b>(Valor 20 pts.)</b>	Algunas ramas están un poco desorganizadas o no presentan un tipo de jerarquía. <b>(Valor 10 pts.)</b>	No hay organización de ideas, no se presenta ningún acomodo, por lo que el mapa pierde sentido lógico <b>(Valor 5 pts.)</b>
La distribución y color deben brindar énfasis y una buena estructura	El mapa se presenta en posición horizontal. El título, las ideas primarias, secundarias y terciarias se diferencian por colores, cada una de las ramas y ramificaciones tiene buena distribución (no hay conceptos o ideas encimadas que dificultan identificación o lectura) <b>(Valor 25 pts.)</b>	El mapa se representa en posición horizontal. sin embargo, puede que no se diferencian las ideas por de las ramas por colores y algunos conceptos están encimados, pero no se dificulta la lectura del mapa <b>(Valor 20 pts.)</b>	El mapa se presenta en posición horizontal, no existen colores llamativos y la mayoría de ramas no tienen distribución lo que dificulta la lectura de las ramas. <b>(Valor 10 pts.)</b>	El mapa se presenta de manera vertical, la gran mayoría de ramas están encimadas por lo que no es posible leer el mapa <b>(Valor 5 pts.)</b>

Elementos decorativos que le dan un toque único al trabajo	Se emplean diferentes elementos decorativos como imágenes, figuras o estilos de letra que mejoran su aspecto y lo hacen llamativo <b>(Valor 25 pts.)</b>	El diseño es interesante, se emplean algunos elementos decorativos. <b>(Valor 20 pts.)</b>	Contiene pocos elementos decorativos, o bien se carece de contexto <b>(Valor 10 pts.)</b>	No existen elementos decorativos o bien todos los elementos carecen de contexto. <b>(Valor 5 pts.)</b>
--	---	---	--	---

## RÚBRICA PARA EVALUAR INFOGRÁFIA

criterio / Descripción	Excelente	Bueno	Regular
Partes de una infografía	Incluye todas las partes de una infografía como: título, texto explicativo, imágenes y/o gráficos, fuentes <b>(Valor 2.0 pts.)</b>	Incluye al menos cuatro de las partes que conforman una infografía <b>(Valor 1.25 pts.)</b>	Incluye dos al menos de las partes que conforman una infografía <b>(Valor 1.0 pts.)</b>
Coherencia y pertinencia	Todos los gráficos o imágenes están relacionadas al tema, son fáciles de entender. Las fuentes están citadas <b>(Valor 2.0 pts.)</b>	Todas las imágenes o gráficos están relacionados con el tema, la mayoría son fáciles de entender. La mayoría de los gráficos están citados <b>(Valor 1.5 pts.)</b>	Algunas imágenes o gráficos están fuera de contexto o no guardan relación con el tema, las fuentes no están citadas <b>(Valor 1.0 pts.)</b>
Organización de la información	El tema es claro y bien enfocado, destaca las ideas principales y es presentada con información detallada <b>(Valor 2.0 pts.)</b>	La idea principal es algo clara se necesita mayor información de apoyo <b>(Valor 1.5 pts.)</b>	Las ideas no son claras, existe poca información recopilada y desordenada <b>(Valor 1.0 pts.)</b>
Diseño y composición	Las imágenes, gráficos e ilustraciones se encuentran organizados de tal manera que combinan perfectamente con el texto, mejorando el entendimiento del tema <b>(Valor 2.0 pts.)</b>	Los diagramas e ilustraciones no están ordenados y rara vez se combinan con el texto para mejorar el entendimiento <b>(Valor 1.5 pts.)</b>	Los diagramas e ilustraciones carecen de contexto y dificultan el entendimiento del tema. <b>(Valor 1.0 pts.)</b>
Creatividad	Se refleja un grado excepcional de creatividad en el uso de colores, imágenes y orden de la información <b>(Valor 2.0 pts.)</b>	El alumno emplea colores e imágenes para resaltar puntos relevantes, el cartel es algo monótono en el uso de imágenes y texto <b>(Valor 1.5 pts.)</b>	El cartel carece de colores imágenes, emplea pocos colores los cuales no atraen al espectador. <b>(Valor 1.0 pts.)</b>