

**ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE CONCEPTOS ASOCIADOS A LA CINÉTICA
ENZIMÁTICA EN EL CONTEXTO DE LA BIOQUÍMICA DE ALIMENTOS**

Jeimy Tatiana Guerrero García

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
BOGOTÁ, D.C.**

2022

**ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE CONCEPTOS ASOCIADOS A LA CINÉTICA
ENZIMÁTICA EN EL CONTEXTO DE LA BIOQUÍMICA DE ALIMENTOS**

Jeimy Tatiana Guerrero García

Trabajo de grado

Director:

Rodrigo Rodríguez Cepeda

Químico MSc. MBA, Dr

Grupo de investigación didáctica y sus ciencias

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
BOGOTÁ, D.C.**

2022

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Pedagógica Nacional y todos los profesores que hicieron parte de la formación profesional, proporcionando las herramientas y conocimientos para la realización de este trabajo.

A mi director de trabajo de grado, el Dr. Rodrigo, por tener un excelente guía, compromiso, paciencia y dedicación durante el proceso.

Agradezco a mis padres Doris y Manuel, así como a mi hermano Esneyder por su apoyo incondicional durante todo el transcurso de la carrera.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. JUSTIFICACIÓN	10
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
4. OBJETIVOS.....	13
4.1. General.....	13
4.2. Específicos.....	13
5. ANTECEDENTES	14
5.1. Aprendizaje basado en problemas	14
5.2. Cinética enzimática.....	15
6. MARCO TEÓRICO	19
6.1. Aprendizaje basado en la resolución de problemas (ABP)	19
6.2. Enseñanza de la bioquímica.....	21
6.2.1. Cinética enzimática.....	21
6.2.2. Procesos de respiración celular.....	23
6.2.3. Ciclo de Krebs.....	24
7. METODOLOGÍA.....	26
7.1. Población.....	26
7.2. Fases de investigación	26
8. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	29
8.1. Prueba de entrada.....	29
8.2. Unidad didáctica.....	37
8.2.1. Actividad 1. Clase magistral.....	37
8.2.2. Actividad 2. Cuáles son los cuidados de la diabetes.....	38
8.2.3. Actividad 3. Estudio cinético del proteoliposoma.....	40
8.2.4. Actividad 4. Taller sobre cinética enzimática	42
8.2.5. Actividad 5. Laboratorio virtual	44
8.2.6. Actividad 6. Laboratorio presencial	53
8.3. Análisis general de la unidad didáctica	62
8.3.1. Aspectos Metodológicos para el diseño de la unidad didáctica	63
9. CONCLUSIONES.....	65

10. RECOMENDACIONES	66
11. BIBLIOGRAFÍA	67
12. ANEXOS	74
Anexo A. Prueba de entrada	74
Anexo B. Unidad didáctica	74
Introducción	77
Población	78
Contenido teórico	78
Respiración celular	78
Glucolisis	78
Ciclo de Krebs	80
Cinética enzimática	81
Secuencia de actividades	82
Recursos y materiales	83
Cronograma	83
Aplicación de la secuencia de actividades	83
Prueba de entrada y de cierre	83
Actividad 1. Clase magistral	86
Actividad 2.	91
Actividad 3.	93
Actividad 4.	95
Laboratorio virtual de respiración	98
Laboratorio sobre respiración (método pentekoffer)	101
Bibliografía	108
Anexo C. Respuesta de la Actividad	115
Anexo D. Respuesta de la actividad 3	117
Anexo E. Resultados de la guía del laboratorio virtual	119
Anexo F. Respuesta del Laboratorio virtual del estudiante 2.	121
Anexo G. Respuesta del Laboratorio virtual del estudiante 6.	127

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aplicación del modelo ABP	20
Figura 2. Diagrama de energía para una reacción de un solo paso	22
Figura 3. Ciclo de Krebs o ciclo del ácido cítrico	25
Figura 4 Respuesta de los estudiantes para la segunda pregunta de la prueba de entrada	32
Figura 5 Esquema del estudiante 12	34
Figura 6 Esquema del estudiante 15	35
Figura 7 Resultados globales de la prueba de entrada	36
Figura 8 Mentefacto sobre la afectación de la diabetes en el metabolismo	39
Figura 9 Simulador sobre la tasa de respiración	45
Figura 10 Resultados estudiantes 2, muestra de 30 semilla de maní a 25°C	47
Figura 11 Resultados estudiantes 6 muestra de 30 semilla de maní a 25°C	48
Figura 12 Ecuaciones de V_m y K_m estudiante 6, para la muestra de 30 semillas de maní a 25°C	49
Figura 13 Red semántica del análisis del laboratorio virtual, estudiante 16	51
Figura 14 Resultados globales del laboratorio virtual	52
Figura 15 Montaje de penttekofer con cámara UV	55
Figura 16 Montaje de penttekofer	56
Figura 17 Grafica del índice de respiración	58
Figura 18 Concentración de producto Vs Tiempo	58
Figura 19 Concentración del sustrato Vs Tiempo	59
Figura 20 Velocidad del producto Vs Tiempo	60
Figura 21 Velocidad del sustrato vs Tiempo	60
Figura 22 $1/\text{Velocidad del producto vs } 1/\text{tiempo}$	61
Figura 23 $1/\text{Velocidad del sustrato vs } 1/\text{tiempo}$	61

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Rúbrica para evaluar preguntas abiertas	29
Tabla 2 Respuestas obtenidas de los estudiantes 1,3,9,11 y 16	30
Tabla 3 Rúbrica para evaluar los criterios que debe contener los esquemas.	33
Tabla 4 Lista de alimentos para diabéticos	39
Tabla 5 Rúbrica para evaluar la conclusión de la actividad 2	41
Tabla 6 Rúbrica para evaluar el mapa conceptual.....	43
Tabla 7 Rúbrica para evaluar los resultados del laboratorio virtual.....	45
Tabla 8 Valoración de las preguntas A, B, C, D, E, F y G.....	46
Tabla 9 Respuesta de la pregunta H	50
Tabla 10 Criterios para evaluar los informes de laboratorio.....	53
Tabla 11 Resultados de laboratorio con respecto al Km y Vm a las diferentes temperaturas	57
Tabla 12 Aspectos metodológicos para cada actividad de la unidad didáctica.....	63
Tabla 13. Rúbrica para evaluar pre4guntasb abiertas.....	85
Tabla 14. Rúbrica para evaluar los criterios que debe contener los esquemas. ...	85
Tabla 15. Lista de alimentos para diabéticos	92
Tabla 16. Rúbrica para evaluar los resultados del laboratorio virtual	100

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la cinética enzimática ha adquirido gran importancia debido a que tiene un papel crucial en la fabricación de Medicamentos, y en la realización de estudios de procesos fisiológicos, ayudando a identificar las enzimas que hacen parte de estos procesos, reconociendo enfermedades metabólicas, importantes en el manejo de patologías (Murray, y otros, 2013), En tal sentido, la enseñanza de esta temática ha adquirido gran importancia por su impacto en la comunidad científica.

El propósito de este trabajo de investigación va dirigido hacia la enseñanza de conceptos asociados a la cinética enzimática, contextualizada en la bioquímica de alimentos, para lo cual se diseñó una unidad didáctica basada en el modelo ABP (aprendizaje basado en problemas). Así mismo se reconoce que el presente trabajo de investigación se encuentra articulado a los objetivos de la línea de investigación “Alimentómica y enseñanza de las ciencias”, especialmente al proyecto de investigación DQU 037-S-22 “Semillero de investigación Chimeía student chapter UPN - ACS sobre enseñanza aprendizaje de la química y la bioquímica en contexto”.

La unidad didáctica está dirigida a estudiantes universitarios, que cursen el ciclo de profundización en áreas como la licenciatura en química, química, biología o bioquímica, con la finalidad de mejorar los procesos de aprendizaje con relación a los conceptos asociados a la comprensión de la cinética enzimática. Por tal razón, el siguiente trabajo cuenta con ocho capítulos para identificar la ruta de investigación de la presente propuesta, los capítulos son justificación, pregunta problema, objetivos de investigación, antecedentes, marco teórico, metodología, análisis de resultados y conclusiones.

El primer capítulo está orientado a la justificación de la presente investigación, en donde se identifica la importancia de la enseñanza y aprendizaje de conceptos relacionados con cinética enzimática, por medio del diseño de una unidad didáctica dirigida a la educación superior, seguido por el planteamiento del problema, en donde se caracterizan las problemáticas durante el aprendizaje y enseñanza de conceptos relacionados con cinética enzimática por ser temas complejos, en donde se plantea la pregunta problema para orientar la presente investigación.

En cuanto a los objetivos se señala la finalidad y los parámetros de la investigación propuesta, para el cuarto capítulo se plantea los antecedentes en donde se describen algunos trabajos de grados y artículos científicos, con la finalidad de mostrar los hallazgos de estudios previos relacionados con la temática de la

presente investigación, el siguiente capítulo consta del marco teórico el cual se proyecta los aspectos teóricos abordados durante la realización de este trabajo, estos son cinética enzimática, respiración celular, ciclo de Krebs y Aprendizaje basado en problemas (ABP).

Para el sexto capítulo se plantea la metodología y las fases de implementación. en donde el presente trabajo se encuentra enfocado en una metodología descriptiva cualitativa. El capítulo siete son los análisis y resultados obtenidos de la realización de la metodología propuesta, y por último el capítulo ocho se plantea las conclusiones a las que se llegó el presente trabajo investigativo.

Cabe señalar que las actividades de la unidad didáctica están dirigidas a fomentar la creatividad, el pensamiento crítico y reflexivo por medio de la resolución de problemas (Freire, 2021), por tal sentido este método se hace idóneo, ya que estos modelos tienden a ser complejos y sus teorías van mejorando por el avance tecnológico y científico, lo cual hace que, a diferencia del método actual, los estudiantes memoricen los temas y no haya una comprensión clara de los mismos (Silva, Nascimento, Oliveira, & Filho, 2018), por ello se identifica la importancia de innovar en el modelo y las metodologías de enseñanza.

2. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación está enfocada en el diseño de una unidad didáctica basada en el modelo aprendizaje basado en problemas (ABP), con el propósito de perfeccionar la enseñanza de conceptos relacionados con cinética enzimática. De acuerdo con lo anterior se propone la utilización de una metodología de enseñanza enfocada al estudiante con el fin de promover el análisis y la resolución de problemáticas en contexto, en cambio de la memorización de las temáticas, para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje por parte de los estudiantes.

Por lo anterior la aplicación del modelo ABP (aprendizaje basado en problemas) presenta gran ventaja durante la enseñanza de conceptos asociados a la cinética enzimática en la educación superior, ya que esta metodología de aprendizaje tiene como enfoque incentivar el pensamiento crítico y reflexivo, así como la utilización de la creatividad para resolver problemas en contexto (Freire, 2021), cabe señalar que el modelo ABP está centrado en que el estudiante sea el protagonista de su propio aprendizaje, esto no quiere decir que la metodología esté ligada solamente al trabajo individual, sino que también motiva el trabajo colaborativo (Naranjo & Zambrano, 2020).

En los últimos años se ha aumentado el interés en la enseñanza y apropiación de conocimientos relacionados a la cinética enzimática, ya que esta estudia los equilibrios y velocidades de reacción que son catalizadas por enzimas (Gomez, 2013). Así mismo, el estudio de estos temas ha adquirido importancia porque se ha implementado en diferentes áreas del conocimiento por el avance tecnológico y científico, por lo tanto se reconoce como el estudio de los temas de bioquímica son implementados en las diferentes programas académicos de la educación superior a nivel de Colombia, como por ejemplo en biología se cursan estos temas en el cuarto semestre de la carrera (Universidad Nacional, s.f.), en química se cursa la materia entre el quinto y el séptimo semestre (UDCA, 2019) y en medicina se cursa en el tercer semestre (Uniandes, s.f.), de acuerdo a los pensum de las diferentes áreas de conocimiento y universidades en el territorio colombiano se cursar de uno a tres seminarios dependiendo del programa y de la universidad.

Por ello se ha identificado en la literatura, que durante la enseñanza de los temas relacionados con cinética enzimática se reconoce que los estudiantes tienden a memorizar los temas abordados por su difícil comprensión (Silva, Nascimento, Oliveira, & Filho, 2018), así mismo, se distingue que se debe obtener un conocimiento integral, para mejorar la comprensión de las temáticas, por tal razón

es importante la relación entre la teoría y la práctica, con el fin de que los procesos de enseñanza y aprendizaje sean más relevantes para el estudiante. (Gaviria, y otros, 2017)

Atendiendo a lo anterior la presente investigación tiene como finalidad diseñar una unidad didáctica bajo el enfoque ABP, para mejorar la comprensión de conceptos asociados a la cinética enzimática por medio de la contextualización de la bioquímica en alimentos a un grupo de estudiantes que estén cursando el ciclo de profundización de universidad pedagógica nacional en el programa de licenciatura en química.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad la enseñanza de conceptos relacionados con la cinética enzimática se ha caracterizado por tener una aproximación abstracta, en donde la mayoría de los profesores enseñan de forma memorística, es decir que sus clases son de forma expositiva, en el cual el profesor es el que posee el conocimiento y se considera como la verdad absoluta, se expresa de forma jerárquica y autoritaria, (Delord & Porlán, 2018) así mismo se identifica que el estudiante cumple con tener un rol pasivo, este método es ampliamente utilizado cuando se requiere cubrir temas amplios, y se tiene grupos con gran cantidad de estudiantes. (Cardenal, 2009)

Con relación a lo anterior se ha considerado que la utilización de este modelo de aprendizaje ha permanecido en la educación a lo largo de los años, ya que los temas abordados se caracterizan por ser complejos y de difícil comprensión; por tal razón, es probable que los profesores no se sientan motivados a innovar en el aula e intenten aplicar otros modelos de aprendizaje.

Cabe señalar que la utilización del modelo memorístico ha sido deficiente a la hora de abordar los diferentes temas relacionados con cinética enzimática, ya que en la mayoría de los casos no se comprenden los temas con total claridad, sino que se memorizan las ecuaciones y la forma de utilizarlas a la hora de resolver los ejercicios planteados, lo cual muestra que no hay una comprensión clara de los temas abordados.

Por las razones anteriormente expuestas, la presente propuesta de investigación plantea una metodología diferente a la actualmente utilizada en la enseñanza de conceptos relacionados con cinética enzimática, mediante el diseño de una unidad didáctica basada en la estrategia ABP (aprendizaje basado en problemas), en donde se plantea ejercicios con problemáticas en contexto en la área de alimentos y medicamentos, con la finalidad de contextualizar a los estudiantes motivándolos desde el punto de vista práctico y de esta forma demostrar la utilidad de comprender los diferentes temas de cinética enzimática y sus aplicaciones a nivel industrial o en la salud.

De esta manera, se plantea la siguiente pregunta problematizadora de investigación: ¿Cuáles son los aspectos metodológicos y las actividades didácticas que se deben tener en cuenta en el diseño de una unidad didáctica, basada en el modelo ABP, para la enseñanza de conceptos asociados a la cinética enzimática?

4. OBJETIVOS

4.1. General

Estructurar y diseñar una unidad didáctica basada en el modelo ABP, que incluya actividades didácticas para la enseñanza de conceptos asociados a la cinética enzimática.

4.2. Específicos

- Identificar y valorar los conceptos previos en cinética enzimática, de la población de estudio.
- Estructurar y diseñar una unidad didáctica en el marco del ABP, contextualizada en la bioquímica en alimentos.
- Proponer algunos aspectos metodológicos que se deben tener en cuenta al diseñar una unidad didáctica, basada en el modelo ABP, para la enseñanza de conceptos asociados a la cinética enzimática.

5. ANTECEDENTES

En el presente capítulo se describen algunos trabajos de grado y artículos relacionados con la enseñanza de la bioquímica, cinética enzimática y la metodología de enseñanza ABP (Aprendizaje Basado en Problemas), entre un rango de 10 años, con el fin de evidenciar las investigaciones realizadas en estos temas. Para ello se realizaron consultas en bases de datos de revistas como scielo, tecné, episteme y didaxis (TED), Revista mexicana de investigación educativa, Elsevier. Además de la base de datos de tesis y trabajos de grado de la Universidad pedagógica nacional y universidad nacional de Colombia.

5.1. Aprendizaje basado en problemas

El aprendizaje basado en problemas (ABP), es una metodología de aprendizaje reconocida por ejercitar y desarrollar la creatividad, en donde empezó en la medicina y se ha extendido a diferentes áreas del conocimiento como en las ciencias exactas y en la tecnología. (Naranjo & Zambrano, 2020). Adicionalmente se ha encontrado que este modelo se caracteriza por estar centrado en la autonomía del estudiante, es decir que el estudiante es el que lidera su propio aprendizaje, lo que permite realizar trabajos colaborativos y posibilita la interrelación en diferentes áreas, es necesario identificar que los problemas son un estímulo del aprendizaje. (Naranjo & Zambrano, 2020)

Esta estrategia tiene la capacidad de fomentar el pensamiento crítico y asertivo, los cuales ayudan a mejorar el aprendizaje, por ello los ejercicios planteados por medio de este método no debe tener una única solución, por tal razón la utilización de esta estrategia va orientada a que los estudiantes “aprendan a aprender” puede ser de forma cooperativa o autónoma. También se considera que la motivación está centrada por metas, para generar un aprendizaje activo con el objetivo de que el estudiante tenga la capacidad de alcanzar nuevos conocimientos, adicionalmente el modelo ABP va de la mano con el pensamiento crítico y la independencia cognoscitiva, se sugiere que para que el modelo sea implementado adecuadamente se debe contar con un control de las temáticas abordados, así como de la estrategia para que no haya dificultades durante la aplicación de la misma (Freire, 2021)

El ABP es ampliamente utilizado en la enseñanza en el área de la ciencia, ya que es considerado como un desafío para el estudiante, por su forma de aplicación, generando un desequilibrio en el esquema del pensamiento obligando al estudiante a generar preguntas, en donde se crea la necesidad de buscar las respuestas, investigando y descubriendo de forma autónoma o colaborativa (Castro & Papahiu, 2013), cabe señalar que esta metodología de enseñanza cuenta con etapas para su aplicación, las cuales son exploración de la situación problemática, identificación de la información, priorización de necesidades, búsqueda, aplicación de los nuevos conocimientos, extracción de conclusiones, reflexión y revisión de la solución. (Ojeda, 2017)

Otro aspecto para tener en cuenta es la planificación del problema utilizado, en donde se requiere que se encuentre con una estructura abierta, debe estar relacionada con aspectos de la realidad para que tenga sentido para el estudiante, es fundamental que la problemática active las habilidades y el conocimiento previo necesario para poder llegar a la solución (Arpí Miró, y otros, 2012). Además, la utilización de la tecnología ha servido como apoyo, ya que se ha considerado como una herramienta en la cual ayuda a mejorar la implementación del ABP facilitando su utilización tanto en profesores como en estudiantes mejorando el aprendizaje autodirigido, apoyando los diferentes procesos durante la planificación y ejecución de las diferentes actividades basadas en esta metodología de aprendizaje. (Ertmer, Schlosser, Clase, & Adedokun, 2014)

Por consiguiente, se ha realizado gran variedad de estudios en donde se muestra la efectividad en la utilización de la estrategia ABP a diferentes poblaciones, por ejemplo, para este estudio se comparó dos estrategias de aprendizaje el Aprendizaje basado en problemas (ABP) e Historia de la ciencia (HDC), en donde se identifica que el ABP proporciona un aumento del pensamiento creativo y del interés por parte de los estudiantes en las temáticas abordadas. (Dogan, Manassero-Mas, & Vázquez, 2020)

5.2. Cinética enzimática

La cinética en la actualidad muestra una vital importancia ya que está presente en diferentes áreas del conocimiento como en la química, bioquímica, biología y en la medicina, por lo tanto, la enseñanza de estos temas se han considerado de difícil comprensión, debido a que la mayoría de los estudiantes tienden a memorizar los temas abordados, (Silva, Nascimento, Oliveira, & Filho, 2018) otro factor a tener en

cuenta es el avance tecnológico e investigativo, ya que estos modelos van avanzando más rápido de los que se enseña.

La enseñanza de los temas de cinética enzimática es de difícil comprensión por que requiere un dominio conceptual específico, en donde la mayoría de los profesores omiten algunos aspectos teóricos que consideran irrelevantes, para avanzar en los temas en el tiempo requerido por la clase, generando que los estudiantes se confundan en los temas dificultando su comprensión (Tripodi, García, & Machado, 2015). Es necesario identificar que los estudios realizados de cinética enzimática son efectuados en reacciones metabólicas, es decir que son reacciones químicas mediadas por enzimas, por tal sentido estas reacciones son generadas en todos los organismos vivos. (Hernández, y otros, 2015)

Se identifica que los estudios cinéticos se encuentran basados y desarrollados en ecuaciones y fórmulas matemáticas para obtener una mejor comprensión de los procesos enzimáticos, por ello el modelo más utilizado para explicar las reacciones de cinética enzimática es la ecuación de Michaelis Menten, ya que esta es aplicable a gran variedad de estudios, en donde se puede variar gran cantidad de factores como la concentración, por medio de esta ecuación matemática se identifica la velocidad máxima, la constante de Michaelis Menten (K_m), la concentración del sustrato y la concentración de producto, con el fin de analizar las características y propiedades cinéticas de reacciones metabólicas en diferentes materiales biológicos como son los alimentos o cultivos biológicos. (Cárdenas, y otros, 2014)

Las reacciones metabólicas son catalizadas por enzimas, y actúan reduciendo la barrera de energía entre el estado de transición y el inicial durante la reacción, en el que la actividad catalítica depende de la conformación de la enzima. (Aranda, 2021) Por lo tanto, es necesario identificar que la enzima tiene la capacidad de disminuir la cantidad de energía necesaria para iniciar la reacción, también ayuda a que los procesos de ruptura y formación se realicen de forma más rápida (Gonzalez, Hernández, & Monguí, 2020), las cuales tiene propiedades específicas como eficiencia catalítica, especificidad y reversibilidad, cabe señalar que las variables termodinámicas de la reacción no cambian con la utilización de los catalizadores. (Martínez C. , 2021)

Otro aspecto teórico para tener en cuenta en la cinética enzimática está relacionado con los factores que pueden intervenir durante las reacciones enzimáticas, algunos de estos son la temperatura, el pH, concentración y la presencia de inhibidores, ya que estos alteran la velocidad de reacción. (Gomez, 2013)

Por tal sentido, en la literatura se ha identificado algunos avances tecnológicos e investigativos, con el propósito de obtener información sobre la actividad enzimática que no se puede identificada por medio de ensayos tradicionales, como son los fenómenos relacionados con la asociación y liberación de inhibidores (Wang, Wang, Moitessier, & Mittermaier, 2020), otra característica a tener en cuenta está relacionada con la capacidad de reducir la energía de activación, realizado por la enzima, cabe señalar que se tiene en cuenta algunos factores como es la temperatura y pH (Gonzalez, Hernández, & Monguí, 2020), también, la cinética enzima ha adquirido un papel importante en la salud, ya que se identifica el papel de las enzimas y de los sustratos, por lo cual, se distingue como se producen algunas enfermedades como el Parkinson, demencia de cuerpos de Lewy y cáncer corrolectal. (Karatas, y otros, 2020)

5.3. Procesos de respiración celular

En la última década se ha reconocido que la enseñanza de la respiración celular tiene gran dificultad, ya que los temas abordados son de difícil comprensión sin tener en consideración que a nivel educativo está dirigido, es decir que demuestra dificultad ya sea en la primaria, bachillerato o a nivel universitario, (Longas, 2017) ya que esta temática requiere la comprensión de conceptos químicos, fisicoquímicos, bioquímicos y sus relaciones, por lo cual resulta difícil para el estudiante comprenda los procesos que implican un intercambio gaseoso y la transferencia de energía durante el mismo. (Ferreiro & Occelli, 2008)

Es necesario identificar que la respiración celular es unos de los procesos más importantes de las células, ya que se obtiene suficiente energía para realizar los procesos y funciones necesarias para la vida, por lo tanto, la energía se obtiene a través del rompimiento de los enlaces de las moléculas proviene de los alimentos consumidos. (Núñez, 2011) Esta energía es obtenida por medio de la oxidación de los alimentos consumidos, por lo que se identifica que, al realizar un proceso de alimentación adecuado, ayuda a realizar los procesos metabólicos de forma más apropiada. (Barrero, Jiménez, & Rendón, 2020)

En donde es necesario señalar que unos de los aspectos teóricos a identificar para comprender la respiración celular, está relacionada con el metabolismo celular ya que este consiste en identificar la reacciones redox que ocurren dentro de la célula para producir la energía suficiente, a fin de que pueda realizar todas la funciones necesaria para la vida, (Quintero G. , 2013). Así mismo se reconoce por medio de la literatura que la respiración celular se identificada como la vía metabólica aerobia

y consiste en tres fases la glucólisis, ciclo de Krebs y la fosforilación oxidativa, este proceso interviene diferentes reacciones bioquímicas en donde hace presencia enzimas específicas para cada caso. (Pérgola & Galagovsky, 2020)

Cabe señalar que en las etapas de la vía metabólica se dan de manera interrumpida, en donde se genera por medio de reacciones biológicas oxidativas e intervienen coenzimas específicas para cada reacción, obteniendo energía necesaria para la vida en forma de ATP (Avila, 2014). Además, el ATP (Adenosín trifosfato) es hidrolizado por ATPasas obteniendo la energía necesaria para realizar las funciones celulares y conservar la permeabilidad de la membrana de la célula, produciendo ADP (Adenosín difosfato), fosfato inorgánico y iones hidrógeno. (Méndez, Zeledón, Zamora, & Cortés, 2004)

En consecuencia, se identifica que los organismos aeróbicos pueden extraer grandes cantidades de energía adicional del piruvato y el NADH producido durante la glucólisis, el cual es suficiente para sintetizar más de 30 moléculas adicionales de ATP, esta energía se extrae en la mitocondria. (Iwasa & Marshall, 2019) es necesario identificar que en la etapa de la glucolisis es en donde se genera mayor cantidad de ATP por estar en un medio rico de glucosa y este puede variar en respuesta a los cambio nutricionales del medio. (Imamura, y otros, 2009)

Por otro lado, es necesario reconocer que en la mitocondria se realiza el metabolismo oxidativo por ser el órgano de mayor importancia en la obtención de ATP, por ello se considera el mayor productor de radicales libres. (Corrales & Ariza, 2012) Teniendo en cuenta que los radicales libres genera estrés oxidativo en la célula por un desequilibrio entre oxidantes y antioxidantes produciendo gran impacto la salud ya que afecta los procesos metabólicos durante la respiración celular, (Ospina, 2022)

Por consiguiente, los trabajos anteriormente mencionados en cada capítulo aportan a la presente investigación las dificultades durante los procesos de enseñanza y aprendizaje y las características más principales con respecto a los contenidos de respiración celular y cinética enzimática, de igual manera se identifica las propiedades y ventajas del modelo ABP para una adecuada implementación.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. Aprendizaje basado en la resolución de problemas (ABP)

Con respecto al aprendizaje basado en la resolución de problemas (ABP), se localiza entre las metodologías de aprendizaje activas, caracterizada por ser una pedagogía crítica, implementando problemas en contexto para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje (Marin, y otros, 2009), es decir que los estudiantes asumen un rol activo durante el aprendizaje (Santos & Passos, 2016), por ello tiene como objetivo contribuir con el incremento del pensamiento crítico y reflexivo (Freire, 2021), es preciso identificar que es una metodología inductiva, ya que tiene como objetivo que el estudiante tenga la pauta de su propio aprendizaje, de este modo se utiliza para alcanzar objetivos de aprendizaje y el desarrollo de competencias, cabe aclarar que las problemáticas planteadas se distingue por tener datos faltantes, con el propósito que el estudiante investigue en las diferentes fuentes bibliográfica para poder solucionarlo, además se debe considerar que los problemas propuestos no cuentan con una única solución. (Villalobos, Ávila, & Olivares, 2016)

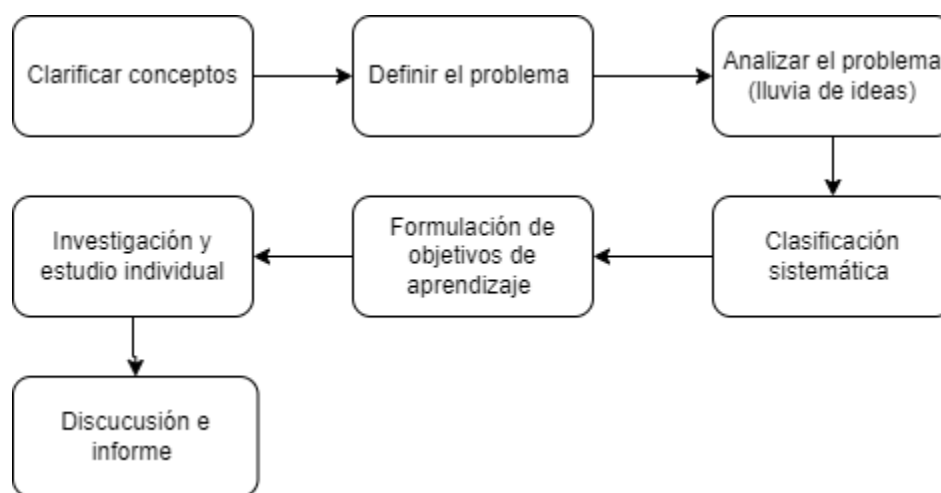
En este modelo se distingue una educación integral, ya que ejercita la creatividad y su desarrollo, con el propósito de mejorar los procesos de aprendizaje al tener que desarrollar problemas representativos de la vida real (Dogan, Manassero-Mas, & Vázquez, 2020), algunas ventajas en la utilización de este modelo está centrado en que el estudiante desarrolla un pensamiento crítico y reflexivo, de igual manera hay mayor motivación por aprender, mejorado la comprensión ya que los estudiantes se enfrentan a problemáticas en contexto, promoviendo el trabajo autónomo y colaborativo (Naranjo & Zambrano, 2020), cabe señalar que las actividades relacionadas con la comunicación oral y escrita es ampliamente utilizada durante la implementación de la metodología ABP. (Quintero, Palet, & Olivares, 2017)

Dentro de este orden de ideas la implementación del modelo ABP se basa en algunas categorías, las cuales son los ítems para obtener una mejor aplicación. Por ello en primer lugar se hace una caracterización de conceptos, esto corresponde a que se iguale los conceptos de los participantes para que partan de un mismo punto en común. En segundo lugar, consta en definir el problema, en otras palabras, es plantear los problemas a realizar. (Neira & Hoz, 2016)

El tercer ítem se aplica con respecto al análisis del problema, en donde por medio de una lluvia de ideas se genera hipótesis posibles para resolver el problema planteado anteriormente, el cuarto ítem corresponde con la clasificación sistémica,

en el que se propone la realización de actividad que permita evidenciar los vínculos de los conceptos de las temáticas abordadas. En quinto lugar, se realiza la formulación de objetivos de aprendizaje, se planteada sobre los temas a abordar, el sexto ítem hace relación con la investigación y estudio individual la cual consta de cuatro pasos que son programación, selección de fuentes de información, estudios de las fuentes y preparación de informe, con el fin de que estudiante obtenga una mirada crítica de lo aprendido, finalmente, en el séptimo ítem, se realiza la discusión e informe, el cual tiene como objetivo reconocer si el estudiante entendió el problema con claridad (Neira & Hoz, 2016), como se puede observar en la figura 1.

Figura 1. Aplicación del modelo ABP



Nota. Tomado y adaptado de Neira, M. R., & Hoz, L. G. (2016). Aprendizaje basado en roblemas para la enseñanza de diseño y análisis de experimentos. INGE CUC, 86-96.

Por otra parte, se tiene en cuenta que en la actualidad la tecnología ha dado gran impacto en todos los niveles de la educación ya que esta ha ingresado de forma impredecible en la cultura a nivel global, por lo cual la tecnología ha generado un gran impacto en la educación, por ello esta interactúa y se integra con todas las áreas del saber, por tal razón es importante fundamentar los diferentes enfoques del aprendizaje basados en las tecnologías con el fin de integrar estos materiales digitales con metodologías de aprendizaje como el ABP con el objetivo de apoyar y mejorar el aprendizaje convirtiendo al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje. (Boude Figueredo & Ruiz, 2009)

Así mismo se reconoce que la utilización de la tecnología en la actualidad se encuentra inmersa en todo momento, es decir que, a toda hora estamos interactuando con ella, por lo cual ha sido una herramienta que ha favorecido la

metodología ABP (aprendizaje basado en problemas) en diferentes áreas de educación, ya que esta ayuda a la implementación y utilización de plataformas por medio del internet para el desarrollo de actividades de formación, como son los laboratorios virtuales y experimentación remota a través de simulaciones, esta metodología favorece la interacción entre disciplinas desarrollando competencias en contexto. (Fernández & Duarte, 2013)

6.2. Enseñanza de la bioquímica

Es necesario reconocer que la enseñanza de la bioquímica es un reto en la educación superior por su dificultad en los contenidos teóricos, por lo cual es importante utilizar metodologías de aprendizaje para mejorar esos procesos de enseñanza y aprendizaje, generando en el estudiante un desequilibrio en el esquema del pensamiento (Castro & Papahiu, 2013). Por ello los conceptos más relevantes en el proceso de la enseñanza de la bioquímica es fundamental para disminuir la dificultad en la comprensión, utilizando diferentes herramientas informáticas para organizar, presentar e informar mejor los contenidos teóricos a abordar. (Fernández, y otros, 2017)

Por otra parte, se identifica que la bioquímica es la ciencia que estudia los componentes químicos de los seres vivos como las proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos, así como las funciones de las células que son catalizadas por diferentes reacciones químicas, (Pacheco, 2007) las cuales son mediadas por enzimas en donde se realiza estudio de cinética enzimática para identificar características propias de las reacciones químicas implicadas, estas son realizadas por reacciones metabólicas, generadas en el metabolismo de todos los organismos vivos. (Hernández, y otros, 2015)

6.2.1. Cinética enzimática

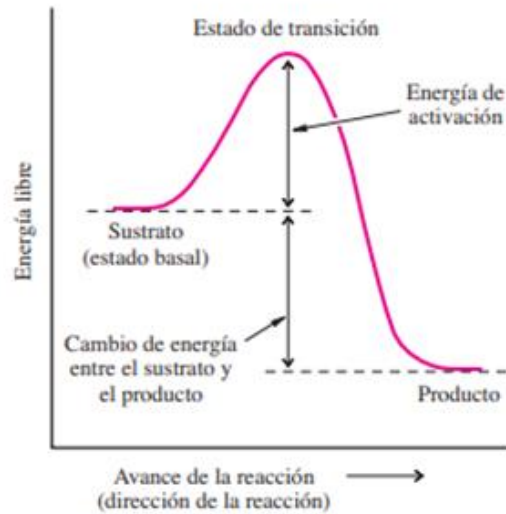
El estudio de la cinética enzimática está dirigido hacia la medición cuantitativa de los índices de reacciones catalizadas por enzimas y de los factores dependientes de estos indicadores, (Murray, y otros, 2013) en donde esta involucra analizar los equilibrios y las velocidades de las reacciones que son efectuadas por las enzimas. En consecuencia, se identifica que los catalizadores tienen como función aumentar la velocidad de la reacción, pero no modifican el equilibrio de esta, otra característica de la cinética es la identificación sobre la relación entre cantidad de producto formado por una unidad de tiempo. (Gomez, 2013)

Lo anterior implica que las mediciones cinéticas están orientadas hacia las mediciones de velocidad de una reacción, por consiguiente estas reflejan que la velocidad de una reacción enzimática se encuentra sujeta a las concentración del sustrato y catalizador (enzima), de igual manera se identifica que la reacción es dependiente de la cantidad de enzima presente, aunque la concentración de este sea menor que la del sustrato, otro rasgo a considerar es la obtención del producto ya que es la unión entre el sustrato y la enzima, por lo tanto, la velocidad de formación del producto es dependiente de la concentración de la enzima en la reacción. (Horton, Moran, & González, 2008)

Otro factor a tener en cuenta son las variables termodinámicas ya que están afectan las condiciones de la actividad enzimática, por tal sentido estas variables pueden favorecer la reacción enzimática, las cuales son concentración de sustrato o enzima, pH, Cofactores, temperatura, inhibidores, fuerzas iónicas y presión (Carbonero Zalduegui, 1975), con la finalidad de identificar la regulación enzimática y así poder concretar la especificidad de la enzima analizada.

Además, se reconoce que los estudios cinéticos enzimáticas se encuentran sustentados en el modelo matemático de Michaelis Menten, ya que es uno de los mecanismos más eficientes para comprender las reacciones enzimáticas y es aplicable a gran variedad de estudios. Así mismo se identifica que la reacciones enzimáticas forma un complejo entre el sustrato y enzima, en donde es una reacción irreversible, por tal sentido esta reacción se obtiene un producto y se regenerar la enzima libre, en la Figura 2 se observa el diagrama de energía, en donde la función de la enzima es que la reacción se realice de forma más eficiente, también se considerar que la velocidad disminuye conforme se aproximan al equilibrio, y que la concentración de producto aumenta evidenciando una disminución en la actividad enzimática, ya que hay mayor formación de complejo enzima producto. (Carbonero Zalduegui, 1975)

Figura 2. *Diagrama de energía para una reacción de un solo paso*



Nota. Tomado de (Horton, Moran, & González, 2008).

6.2.2. Procesos de respiración celular

Los procesos de respiración en los organismos vivos se realizan en la célula, específicamente en la mitocondria, y requieren gran cantidad de energía para realizar las etapas de los procesos metabólicos durante la respiración, por lo cual esta es recolectada por medio de la oxidación gradual de compuestos orgánicos obtenidos a través de la alimentación (Martínez, Josefina, López, & Paola, 2021) por tal sentido, para que la célula obtenga la energía necesaria debe realizar un proceso físico químico, es decir un intercambio de materia y energía, estos procesos recibe el nombre de metabolismo celular. (Alvia, y otros, 2018)

Por lo anterior, el metabolismo celular es un conjunto de reacciones químicas necesarias para realizar diferentes procesos metabólicos necesarios para la vida, por tal sentido el metabolismo se divide en dos vías el catabolismo y el anabolismo, (Melo & Cuamatzi, 2019) por ello la vía catabólica consiste en la formación de productos más simples de moléculas complejas, también proporciona energía a la célula, en cambio que la vía anabólica se basa en sintetizar compuestos complejos a partir de materiales simples, esta vía requiere mayor cantidad de energía la cual es obtenida de la vía catabólica. (Iwasa & Marshall, 2019)

Así mismo se identifica que estos procesos se separan en diferentes rutas, las que se caracterizan por ser un grupo de reacciones químicas que son catalizadas por una enzima específica, se tiene en cuenta que cada enzima forma parte de la vía

metabólica y se encuentra en una región específica en la célula ya sea en citosol o en la mitocondria (Iwasa & Marshall, 2019)

También se identifica que estas rutas metabólicas son realizadas en todos los organismos, por lo tanto se reconoce que en la naturaleza hay organismos anaerobio y aerobios, para los procesos realizados en organismos aerobios, se realiza en la mitocondria, en el cual la respiración celular tiene tres fases, la primera fase es cuando glucosa, ácido graso y aminoácido se oxidan y forman grupos de acetil coenzima A, la segunda fase es cuando se incorporan al ciclo de ácido cítrico y la última fase se genera en la fosforilación oxidativa. (Nelson & Cox, 2015)

En cambio que para los organismos anaerobios el proceso de respiración se basa en dos fases principalmente, la primera fase es la glucólisis, la cual consiste en el rompimiento de la glucosa hasta llegar a piruvato con la finalidad de extraer energía durante el proceso, la segunda fase es con respecto a la fermentación este paso tiene dos vías puede ser por ácido láctico y la otra vía es por alcohol esta ruta generalmente la realizan las levaduras y a diferencia de la ruta metabólica realizada por organismos aerobias estos procesos se realizan en el citoplasma también cabe señalar que la cantidad de energía obtenida es menor. (Iwasa & Marshall, 2019)

6.2.3. Ciclo de Krebs

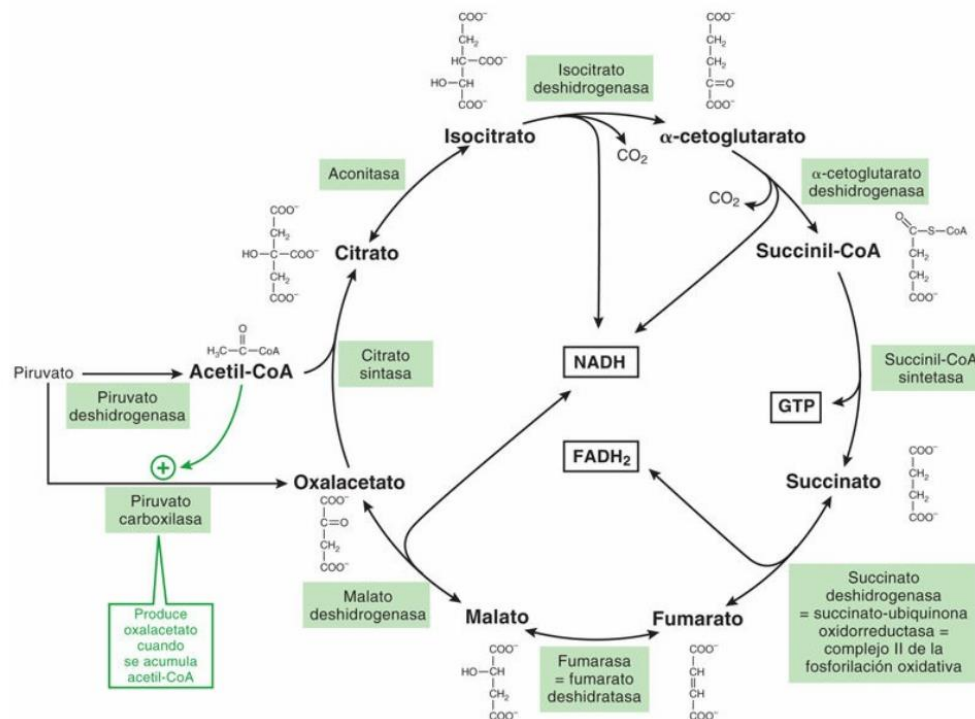
Con relación al ciclo de Krebs es una ruta metabólica, la cual forma parte de la respiración celular, realizada en organismos aeróbicos, es decir de aquellos organismos que respiran aire, este proceso ocurre en la mitocondria y es la segunda fase de la respiración celular, el cual tiene como finalidad oxidar el acetil CoA a CO_2 (Ronner, 2019). Por lo anterior en la figura 3 se observa las reacciones que intervienen en el ciclo de Krebs, la cual consta de ocho pasos, los cuales se describen a continuación. (Nelson & Cox, 2015)

1. La primera reacción de este ciclo está dada en la formación de citrato a partir de acetil Co A con oxalacetato.
2. Como segunda reacción es cuando el citrato se convierte en su isómero isocitrato.
3. Oxidación del isocitrato a α cetoglutarato y CO_2 en donde el isocitrato deshidrogenasa cataliza la descarboxilación oxidativa del isocitrato.
4. Oxidación del α cetoglutarato a succinil CoA y CO_2 , este paso es una descarboxilación oxidativa por acción del complejo de la α cetoglutarato deshidrogenasa.

5. Conversión del Succinil CoA en succinato, consiste en la ruptura de un nucleósido trifosfato se reconoce que la reacción es más conocida por el nombre de succínico tioquinasa.
6. Oxidación del succinato a fumarato, a partir de la oxidación de Succinil CoA a fumarato por la flavoproteína succinato deshidrogenasa.
7. Hidratación del fumarato a malato, la cual es catalizada por la fumarasa.
8. Oxidación del malato a oxalacetato, es la última reacción del ciclo para regenerar el oxalacetato con la formación de moléculas NAD.

Cabe señalar que este ciclo tiene como finalidad la descomposición de carbohidratos, lípidos y algunos aminoácidos, de igual forma este ciclo es iniciador a otras vías biosintéticas por lo cual este proceso es considerado unos de los más importantes en el metabolismo, por lo que se considera que, si hay alguna perturbación metabólica importante durante el ciclo o de las otras rutas metabólicas puede llegar a producir enfermedades graves como la hipoxia, los para gangliomas o feocromocitomas. (Nelson & Cox, 2015)

Figura 3. Ciclo de Krebs o ciclo del ácido cítrico



Nota. Tomado de Ronner, P. (2019). *Netter Bioquímica esencial. España: Elsevier.*

7. METODOLOGÍA

En el presente documento se propone como base metodológica, la utilización de una metodología cualitativa descriptiva, con la finalidad de proponer una unidad didáctica bajo el enfoque ABP en la enseñanza de cinética enzimática. Por consiguiente, la metodología cualitativa descriptiva hace referencia a un estudio en marcado en la descripción detallada de un fenómeno, identificando específicamente “que, quien y donde” comprendiendo los eventos del estudio realizado, (Aguirre & Jaramillo, 2015), así mismo se reconoce que esta metodología integra una perspectiva multidisciplinar en donde se enfoca en el análisis e interpretación de resultados cualitativos. (Andrés, 2002)

Cabe señalar, que la metodología cualitativa descriptiva se fundamenta en la articulación de diversas herramientas o instrumentos, utilizando diferentes técnicas para recoger información de acuerdo con las necesidades del área de investigación y población a la cual se encuentra dirigida, generando la capacidad de analizar críticamente e identificando la tendencia de los posibles sesgos durante el proceso investigativo (Burgos, Márquez, & Baquerizo, 2019). Teniendo la finalidad de la investigación planteada tenga un mayor impacto en los procesos de enseñanza y aprendizaje para la educación superior.

7.1. Población

Con relación a la población se propone que esta unidad didáctica puede ser aplicada a estudiantes universitarios en ciclo de profundización del programa de licenciatura en química o afines, es decir que puede ser aplicable en los programas de química, biología, medicina, entre otros.

7.2. Fases de investigación

En cuanto a las fases de investigación implementadas en la propuesta de la unidad didáctica bajo el enfoque ABP, teniendo en cuenta la metodología utilizada. A continuación, se describe las tres etapas a implementar para la construcción y diseño de la propuesta.

Etapas 1. Construcción, diseño y aplicación del instrumento inicial para identificar los conceptos previos asociados a la temática de cinética enzimática.

La primera etapa se encuentra dirigida a la construcción de un instrumento de ideas previas el cual consta de cuatro puntos (Anexo A), con la finalidad de identificar los conocimientos previos y las dificultades conceptuales que posiblemente tenga el grupo de estudiantes, el cual se propone la aplicación de la unidad didáctica. Cabe señalar que es importante la construcción y aplicación del instrumento con la finalidad de distinguir los esquemas de pensamiento previos de los estudiantes, para establecer una relación coherente entre lo que saben y los nuevos conocimientos, obteniendo un aprendizaje más asertivo y coherente. (Urbina & María, 2009)

Por ello, en este trabajo se aplicó el instrumento de ideas previas (prueba de entrada) con el propósito de identificar las concepciones previas del grupo de estudiantes con respecto a las temáticas de cinética enzimática, con el propósito de diagnosticar las concepciones erróneas de los estudiantes durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, (Romero, 2018) para disminuir las dificultades de los temas relacionados con cinética enzimática, con la implementación de la unidad didáctica, es preciso señalar que la prueba fue aplicada a un grupo de estudiante de la asignatura sistemas bioquímicos en el semestre 2022-2, del programa de licenciatura de química en la universidad pedagógica nacional.

Etapa 2. Diseño de una unidad didáctica enmarcada en el modelo ABP, contextualizada en la respiración celular para el estudio de la cinética enzimática enfocada en la bioquímica de alimentos.

En esta etapa se construyó y diseñó la propuesta de la unidad didáctica (Anexo B), la cual consta con la siguiente estructura en su contenido, introducción, población, marco conceptual y secuencia de actividades, cabe señalar que el último ítem se encuentra enfocado en la metodología de enseñanza ABP, por lo cual se especifica el objetivo de aprendizaje, introducción de las diferentes actividades, el instrumento y la forma de evaluar cada instrumento.

Así mismo se reconoce que la propuesta cuenta con siete instrumentos, es necesario reconocer que los instrumentos diseñados pueden ser aplicados en el área en donde se aborde temáticas de bioquímica, por ello es conveniente reconocer que la unidad didáctica es una herramienta, en la cual tiene el propósito de planificar de manera integral todos los conceptos y elementos necesarios en la aplicación de enseñanza y aprendizaje de un tema en específico, por lo cual se convierte en una guía útil para el docente durante el proceso educativo, esta herramienta contiene diferentes actividades facilitando la globalización de conocimientos,

contextualización y coherencia a partir del enfoque sociocultural para que el estudiante se le facilite el aprendizaje de la temática a enseñar. (Péfaur, Pérez, & Vega, 2016)

Etapas 3. Determinar las necesidades metodológicas para una posible aplicación de la unidad didáctica.

La última etapa tiene la finalidad identificar la pertinencia de los aspectos metodológicos utilizados para una posible aplicación de la unidad didáctica, por ello se realizó la aplicación de la prueba de entrada y la séptima actividad (laboratorio virtual) con el fin de identificar la aplicabilidad de la unidad didáctica propuesta, estas actividades serán evaluar por medio de la utilización de programas informáticos como Atlas. Ti, con el fin de analizar, interpretar y organizar la información en las diferentes investigaciones cualitativas, por medio de este programa se puede realizar constante y comparaciones optimizando los tiempos en la investigación. (Atlas.ti, 2022)

8. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el siguiente apartado se mostrarán los resultados obtenidos en la prueba de entrada, así como en el laboratorio virtual y presencial, con la finalidad de reconocer que las actividades propuestas en la unidad didáctica son adecuadas para la enseñanza de conceptos relacionados con cinética enzimática bajo la metodología ABP, por lo tanto, se podrá observar la unidad didáctica propuesta para la enseñanza de cinética enzimática (Anexo B).

8.1. Prueba de entrada

Se construyó un instrumento de ideas previas (prueba de entrada) con la finalidad de realizar un diagnóstico para identificar los conceptos sobre cinética enzimática a un grupo de estudiantes de la asignatura sistemas bioquímicos de la Universidad Pedagógica Nacional, para evaluar los conocimientos previos. Por ello el instrumento consta de cuatro puntos (Anexo A), en los cuales se abordan conceptos generales de cinética química, factores que influyen en la reacciones y conceptos generales de cinética enzimática. Cabe señalar que se aplicó de forma virtual, por medio de la plataforma Moodle de la Universidad Pedagógica Nacional.

Por lo anterior, la primera y la tercera pregunta son abiertas, estas tienen como propósito identificar la concepción general del grupo de estudiante y será evaluado de acuerdo con la rúbrica (tabla 1), Es necesario reconocer que la rúbrica anteriormente mencionada contiene la siguiente escala de valoración, consta de cuatro niveles, los cuales son excelente, sobresaliente, deficiente e insuficiente y cada criterio tiene un valor el cual será multiplicado por la escala de valoración. Para el caso de las preguntas abiertas el valor del indicador vale 2.5 por pregunta y este se multiplicará por la escala de valoración que va de 1 a 4 como se observa en la tabla 1, en donde se obtiene un rango de puntos de 10 a 2.5 por cada pregunta, en donde el valor máximo es de 10 punto que se equivalente a la escala de excelente y el mínimo consta de 2,5 punto lo cual corresponde a insuficiente por pregunta.

Tabla 1 Rúbrica para evaluar preguntas abiertas

Pregunta	Excelente (4)	Sobresaliente (3)	Deficiente (2)	Insuficiente (1)
Que se entiende por cinética química (x 2.5)	Genera una explicación adecuada, coherente mencionando características	Genera una explicación adecuada, coherente mencionando características importantes y no	Genera una explicación adecuada, no menciona características importantes y no	La respuesta no proporciona ninguna característica de la pregunta, no

	importantes con citas bibliográficas	proporciona citas bibliográficas	proporciona citas bibliográficas	es clara ni coherente
Defina que es la velocidad de reacción (x 2,5)	Genera una explicación adecuada, coherente mencionando características importantes, con citas bibliográficas y proporciona ejemplos	Genera una explicación adecuada, coherente mencionando características importantes y no proporciona citas bibliográficas, ni ejemplos	Genera una explicación adecuada, no menciona características importantes y no proporciona citas bibliográficas, ni ejemplos	La respuesta no proporciona ninguna característica de la pregunta, no es clara ni coherente

Nota, tomado y adaptado de Aranda (2021)

Con respecto con la tabla 2, se puede observar las respuestas obtenidas de cinco estudiantes escogidos aleatoriamente, se identifica la valoración obtenida de acuerdo con la escala de valoración de acuerdo con la tabla 1, acerca de la primera pregunta los estudiantes consideran que la cinética química estudia la velocidad de reacción, pero cuatro de ellos consideran que se involucra la concentración de la reacción, por ello se analizan las respuesta de acuerdo con la definición de cinética química de los siguientes autores, “La cinética química, denominada también cinética de reacciones, es el estudio de las velocidades y mecanismos de las reacciones químicas” (Levine, 2014, pág. 479).

Otro autor la define como “La cinética permite conocer con qué velocidad se desarrolla y se aproxima al equilibrio, así como cuáles serán las contribuciones cuantitativas de cada uno de los factores que influyen en la velocidad” (Izquierdo, Cunill, Tejero, Iborra, & Fité, 2004, pág. 9). Por ello, se identifica que la mayoría de los estudiantes no cuenta con claridad sobre la definición de cinética química y tienden a mezclar el concepto con la definición de la velocidad de reacción.

Tabla 2 Respuestas obtenidas de los estudiantes 1,3,9,11 y 16

Estudiante	Que se entiende por cinética química	Valoración	Defina que es la velocidad de reacción	Valoración
1	La cinética química es la velocidad con la que ocurren las reacciones químicas, cuando de reactivos se convierte a productos	5,0	La velocidad de reacción es el tiempo que tarda en formarse en una reacción química los reactivos en producto.	5,0
3	Estudia la velocidad y mecanismos de las reacciones químicas, la cual se encuentra relacionada con la	7,5	Es el proceso que describe la rapidez con la que se consumen los reactivos y se forman los productos, esta	7,5

	velocidad de variación de la concentración de un reactivo o producto y los factores que de ellas depende.		velocidad se expresa como una variación de concentración por unidad de tiempo.	
9	Es el estudio de la velocidad en la que se da una reacción bajo ciertas condiciones las cuales pueden variar.	5,0	Es la cantidad de sustancia que se transforma en una reacción en cierta cantidad de tiempo	5,0
11	La cinética química es una rama de la fisicoquímica que estudia la velocidad de las reacciones y los mecanismos mediante los cuales se dan las mismas.	7,5	La velocidad de una reacción se define como la cantidad de sustancia que se transforma, variación de la concentración de los reactivos en una determinada reacción por unidad de tiempo.	7,5
16	Se refiere al estudio de las velocidades de las reacciones químicas, en donde se involucran las concentraciones de los reactantes y los productos con respecto al tiempo.	5,0	Es aquella unidad de medida que me determina cuando los reactantes superan la energía de activación para llegar a la formación de productos.	5,0

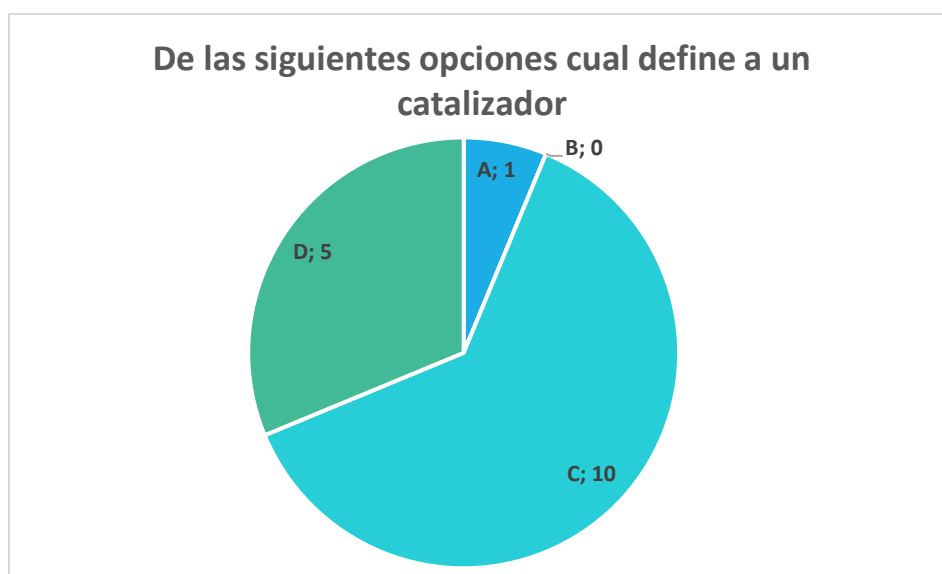
Nota. esta tabla muestra las respuestas obtenidas de los estudiantes a las preguntas y la valoración numérica de cada respuesta, fuente obtenida de los estudiantes 1,3,9,11,16.

Acerca de la tercera pregunta, ¿qué es la velocidad de reacción?, cuatro de los estudiantes consideran que es la variación de la concentración por unidad de tiempo, y el estudiante 16 considera que es una unidad de medida, para el análisis de esta pregunta se realiza de acuerdo con la definición de los siguiente autores “La velocidad de una reacción química viene así expresada como la unidad de descomposición o desaparición de un reactivo o la velocidad de reacción de un producto” (Avery, 2002, pág. 10).

En cambio, define la velocidad de reacción “como la variación de concentración respecto al tiempo” (Atkins & Paula, 2006, pág. 794), por ello se identifica que los estudiantes cuentan con una definición de velocidad de reacción coherente, pero solo considera que la concentración es la variable de velocidad por lo que se observa que hay inconsistencias en la definición del tema por parte de los estudiantes.

En cuanto al segundo punto, esta es una pregunta cerrada de opción múltiple, tiene como finalidad identificar el grado de lectura y asociación, la cual cuenta con un valor de 1.0, como se puede observar en la figura 5, en donde el estudiante debe señalar la respuesta correcta, por lo tanto, se observa en grafico que 10 estudiantes señalaron la respuesta C y cinco estudiantes optaron por la respuesta D en ambos casos es afirmativa la respuesta, la cual se encuentra validada de acuerdo a la definición de catalizador el cual se afirma con el siguiente autor “es una sustancia que incrementa la velocidad de una reacción que avanza hacia el equilibrio, sin ser consumidos en el proceso” (Suárez, 2002, pág. 3)

Figura 4 Respuesta de los estudiantes para la segunda pregunta de la prueba de entrada



Nota, A. Son compuestos que intervienen en la velocidad de una reacción sin que se consuman en el proceso, B. Son compuestos que pueden aumentar o disminuir la velocidad de una reacción, C. Son compuestos que pueden aumentar o disminuir la velocidad de una reacción sin que se consuman en el proceso y D. Son compuestos que pueden aumentar la velocidad de una reacción sin que se consuman en el proceso, Tomado de la totalidad de los estudiantes

En el caso del cuarto punto de la actividad constaba en la realización de un diagrama relacionando conceptos de cinética, la finalidad es identificar el grado de asociación del estudiante y la capacidad de investigar en fuentes bibliográficas, este punto será evaluado de acuerdo con la tabla 3.

Este será evaluado por medio de la rúbrica (tabla 3), esta tiene cuatro niveles en su escala de valoración y consta de cinco criterios, el valor de cada criterio está distribuido de la siguiente manera: organización y relación entre conceptos tiene un valor de 1,1, información con un valor del indicador de 1,2 y los criterios de presentación y ortografía con un valor de 0,8. Cada criterio es multiplicado por la escala de valoración que va de 1 a 4 y la sumatoria total de los indicadores es el valor del punto, por ello se obtiene un rango entre 20 a 5 puntos, en donde el valor máximo es de 20 puntos equivalente a la escala de excelente y el mínimo consta de 5 puntos correspondiente a insuficiente.

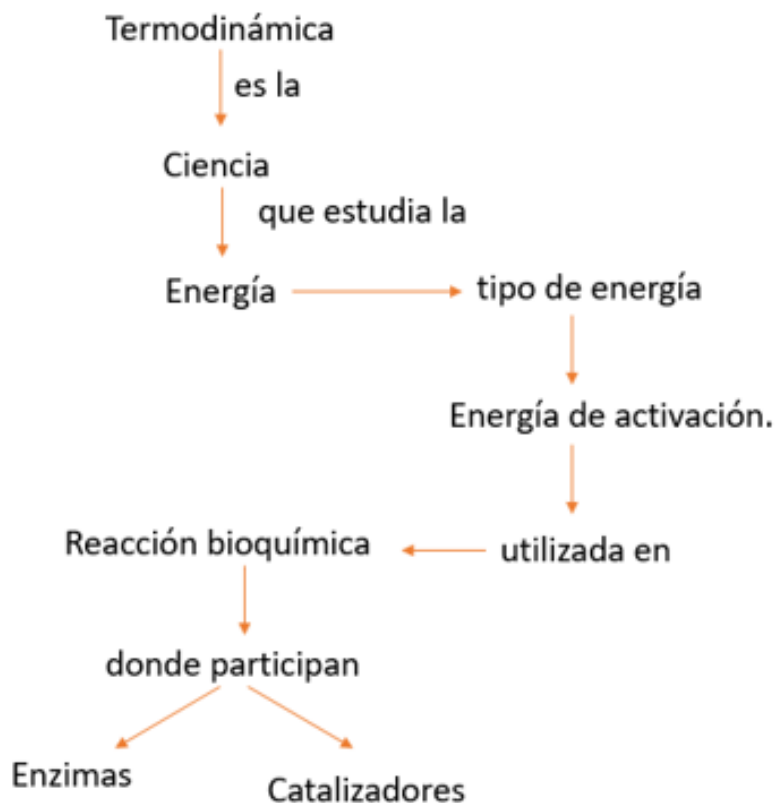
Tabla 3 Rúbrica para evaluar los criterios que debe contener los esquemas.

Criterios	Excelente (4)	Sobresaliente (3)	Deficiente (2)	Insuficiente (1)
Organización (x 1,1)	El esquema se desarrolla en más de tres ramas, mediante la utilización de flechas o llaves. La orientación es horizontal, para aprovechar de manera eficiente y con gran claridad.	El esquema se desarrolla en tres ramas, mediante la utilización de flechas o llaves. La orientación es horizontal, con el objetivo de exponer las ideas con claridad y limpieza.	El esquema se desarrolla tres ramas, mediante la utilización de flechas. La orientación es horizontal para aprovechar el espacio de manera eficiente.	El esquema se desarrolla en menos de tres ramas, sin la utilización de flechas o llaves. La orientación es horizontal, pero no aprovecha de manera eficiente el espacio, en algunos puntos resulta confuso.
Información (x 1,2)	Utiliza todos los conceptos proporcionados de forma adecuada, con la brevedad, precisión y rigor idóneos	Utiliza todos los conceptos proporcionados de forma adecuada, con la brevedad, precisión y rigor necesarios	Utiliza 4 a 5 conceptos proporcionados de forma adecuada con brevedad, pero algunos necesitan mayor precisión y rigor.	No utiliza todos los conceptos proporcionados de forma adecuada
Presentación (x 0,8)	Realiza muy buena letra, sin ningún tachón, a la vez que aprovecha los espacios en blanco y respeta los márgenes de la página.	Realiza buena letra y respeta los márgenes, a pesar de algún tachón aislado o no aprovechamiento de un espacio en blanco.	Realiza buena letra y respeta los márgenes, aunque haga unos pocos tachones o no aproveche todos los espacios en blanco.	No suele hacer buena letra, no respeta siempre los márgenes, realiza numerosos tachones y no tiene por costumbre aprovechar los espacios en blanco.
Relación entre conceptos (x 1,1)	Los conceptos se relacionan entre sí de forma ejemplar, mediante bifurcaciones, ejemplos y flechas que los conectan con otras ideas afines e	Los conceptos se relacionan entre sí de manera muy eficiente, mediante bifurcaciones, ejemplos y flechas que los conectan	Los conceptos se relacionan entre sí mediante bifurcaciones, ejemplos y flechas que los conectan con	Los conceptos se relacionan entre sí mediante bifurcaciones, pero no con ejemplos y flechas que los conecten con otras ideas afines.

	indican el tipo de relación que mantienen.	con otras ideas afines.	otras ideas afines.
Ortografía (x 0,8)	Respeto las normas de ortografía de la RAE sobre acentuación, puntuación y uso de las mayúsculas, incluidas aquellas que son menos populares y que no se requieren como elementales, así como las recomendaciones de estilo.	Respeto las normas de ortografía de la RAE sobre acentuación, puntuación y uso de las mayúsculas, incluidas aquellas que son menos populares y que no se requieren como elementales.	Respeto las normas elementales de ortografía de la RAE sobre acentuación, puntuación y uso de las mayúsculas, para escribir textos correctos. No respeta algunas de las normas más elementales de ortografía de la RAE sobre acentuación, puntuación y uso de las mayúsculas.

Nota, tomado y adaptado de Hesse (2020)

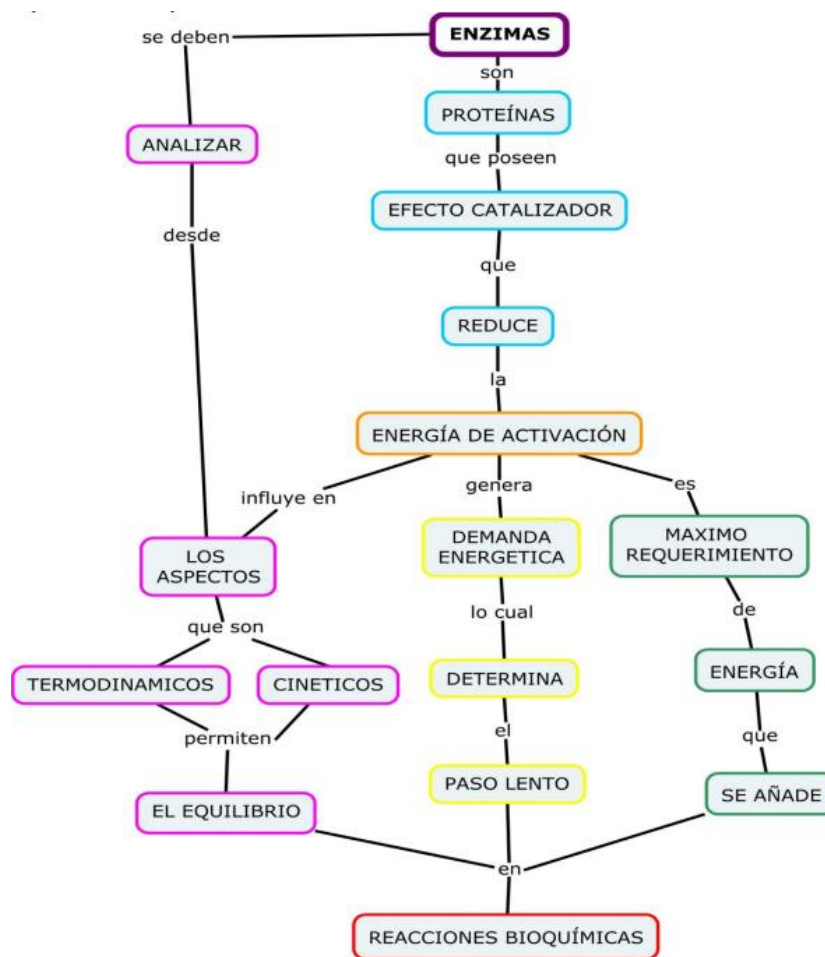
Figura 5 Esquema del estudiante 12



Nota, tomado de la respuesta del estudiante 12

En la figura 5 se observa el diagrama realizado por el estudiante 12 en donde se muestra que hay dificultad en la relación de los conceptos suministrados, no se observa con claridad la secuencia y la unión de las definiciones dejando muy superficial el diagrama, en comparación para el estudiante 15 el cual el diagrama es observado en la figura 6 en este caso se encuentra una mejor distribución de los conceptos se contempla una relación más detallada y jerárquica, así mismo el estudiante utilizó más conceptos de los suministrados para conceptualizar mejor lo estipulado en las relaciones conceptuales realizadas.

Figura 6 Esquema del estudiante 15



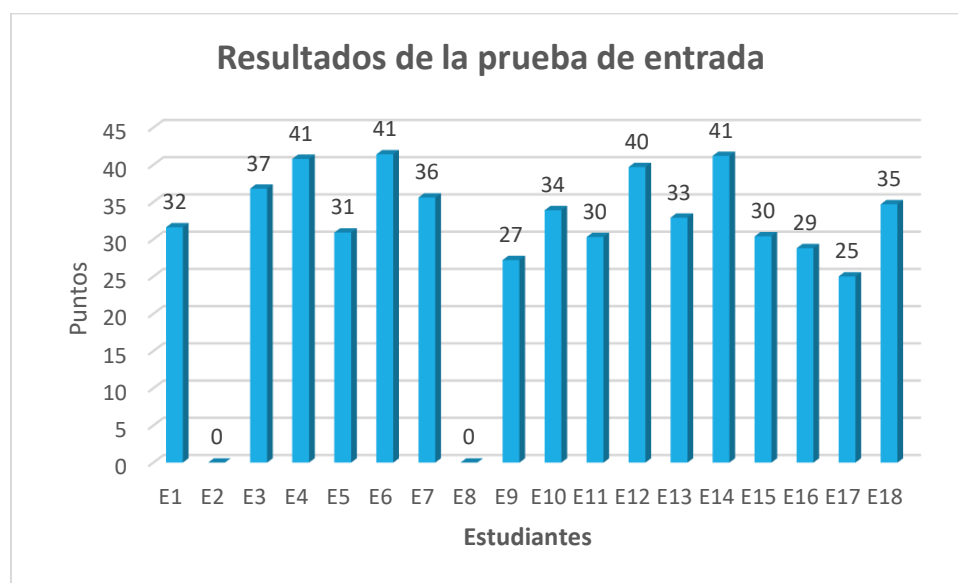
Nota, tomado de la respuesta del estudiante 15

Finalmente, la actividad tiene una valoración global de 50 puntos, en donde cada pregunta vale 10 punto, exceptuando el cuarto punto este tiene un valor de 20

puntos, en la figura 7 se observa los resultados globales de la prueba de entrada, en donde se identifica que el promedio de los estudiantes se encuentra entre 31,8 puntos, y la mediana se encuentra entre 32,9 puntos. Por lo cual se concluye que los estudiantes reconocen algunos de los conceptos básicos de cinética, como la velocidad de reacción y la definición de catalizador, pero presentan dificultades al asociar con diferentes áreas del conocimiento ya que diez de dieciocho estudiantes presentaron dificultad en la realización del cuarto punto de la prueba de entrada y nueve estudiantes no cuentan con claridad del concepto de cinética enzimática, por ello se identifica en aspectos generales que el grupo de estudiantes al que se le implemento la prueba de entrada contaba con una concepción muy superficial de los conceptos relacionados con cinética.

Por lo que este análisis apoya a la implementación de una unidad didáctica basada con la finalidad de enseñar conceptos relacionados con cinética enzimática, teniendo en cuenta que se propone reforzar algunos aspectos generales de cinética química antes de abordar el tema de cinética enzimática, enfocados en la bioquímica de alimentos, con la finalidad de identificar la utilidad de este tema en diferentes niveles de la vida cotidiana como por ejemplo a nivel industrial o de investigación.

Figura 7 Resultados globales de la prueba de entrada



Nota, realizado por el autor

8.2. Unidad didáctica

De acuerdo con los resultados obtenidos en el instrumento de ideas previas, se identifica que los estudiantes tienen conceptos erróneos y en algunos casos no cuentan con total claridad con referente a lo que se refiere con la definición detallada de cinética química, velocidad de reacción, así como los factores que influyen en el proceso, por lo cual se propone la estructuración y el diseño de una unidad didáctica basada en el modelo ABP (Anexo B).

Por ello se plantea el diseño de una unidad didáctica enfocada en la metodología de enseñanza ABP, con el propósito de que el estudiante promueva un análisis crítico con relación a las problemáticas basadas en estudios cinéticos obtenidos de laboratorios científicos. Por lo cual se identifica que “Unidad didáctica es un conjunto de elementos pedagógicos dispuestos organizadamente para desarrollar una clase en un tiempo, espacio y contexto determinados” (Gómez & Puente, 2017, pág. 43).

Es necesario reconocer los tópicos de contenido que se debe abordar en la unidad didáctica, así como los temas que deben abordar en los procesos de enseñanza y aprendizaje, por lo cual se considera que en una unidad didáctica debe contar con los siguientes apartados: encabezado, objetivos, contenido, relación de los medios y actividades (Salguero, 2010), con el objetivo de motivar y transmitir eficazmente la información, para desarrollar en el estudiante la capacidad de realizar un análisis crítico y reflexivo de su propio aprendizaje. (Andrés Jiménez & Anchetta Meza, 2020)

Por lo anterior se identifica que en la unidad didáctica propuesta bajo el enfoque ABP cuenta con la siguiente estructura: introducción, población a la cual se encuentra dirigida, contenido teórico, secuencia de actividades en este se observa seis actividades para ser aplicadas, cada actividad se encuentra introducción, objetivos, instrumento didáctico y como será evaluado (Anexo B). Las seis actividades propuestas en la unidad didáctica se encuentran estructurados bajo la metodología ABP y a continuación se propone la valoración de cada actividad propuesta.

8.2.1. Actividad 1. Clase magistral

Con respecto a la primera actividad propuesta en la unidad didáctica, es la implementación de una clase magistral, en donde se abordará los temas de respiración celular, glucólisis, ciclo de Krebs o ciclo de ácido cítrico, fosforilación

oxidativa, aspectos generales de cinética química, cinética enzimática y los factores que afectan los estudios de cinética enzimática. con el propósito de presentar los temas a abordar como una revisión teórica, motivando al estudiante con el fin de profundizar de forma autónoma cada aspecto teórico mencionado. (Domínguez, y otros, 2015), cabe señalar que la clase magistral a utilizar se caracteriza por ser formativa, ya que esta se implementa de forma expositiva, teniendo como variación generar la oportunidad del auditorio de resolver dudas o inquietudes durante la realización de la clase. (Rosas & González, 2014)

Por ello en esta actividad se realiza una presentación con el objetivo de aborda los temas generales de cinética química y reforzar los conocimientos previos, también se explicara el tema de cinética enzimática enfocada en alimentos, con el fin de demostrando la aplicabilidad de esta temática en la industria, por ello se abordan los temas de respiración celular enfocada en la respiración metabólica que la mayoría de alimentos y seres vivos generan, además hay que considerar que durante la intervención de esta clase se abordara las demás actividades propuestas en la unidad didáctica, con la finalidad de evitar que los estudiantes consideran que la intervención es rutinaria y se sientan aburridos.

Es necesario identificar que durante la intervención de esta actividad se realizara una mezcla de actividades con la finalidad de que el estudiante obtenga un aprendizaje significativo bajo la metodología ABP, ya que esta es una metodología activa con la intención de facilitar la producción de un aprendizaje significativo, por medio de la aplicación de actividades enmarcadas en la metodología ABP, con la utilización de aspectos teóricos para resolver los ejercicios y ejemplos presentados en durante la intervención (Serrano, Restrepo, & Posada, 2012).

8.2.2. Actividad 2. Cuáles son los cuidados de la diabetes

Esta actividad está dirigida para identificar los tipos de diabetes existentes y los cuidados que se debe tener por su afección a la salud, se encuentra construido bajo el enfoque ABP y consta de dos preguntas, en el caso de la primera pregunta será evaluada a través de la tabla 4 en donde se hace un listado de alimentos para diabéticos de acuerdo con el Instituto Nacional de la Diabetes y las Enfermedades Digestivas y Renales (NIDDK) de estados unidos, en cambio que para la segunda pregunta la respuesta será compara a través de un mentefacto guía el cual se podrá observar en la figura 8.

Por lo tanto, la actividad tiene una valoración global de 50 puntos, en donde cada pregunta tiene un valor de 25 puntos. Por ese motivo en la primera pregunta

Proponga una dieta adecuada para el consumo en este tipo de población, se identifica que los estudiantes deben mencionar por lo menos un alimento de las categorías mencionadas en la tabla 4, pero se tiene en cuenta que deben mencionar todas las categorías de alimentos es decir verduras, fruta, granos, proteínas y lácteos, en forma de planificación diaria, es decir desayuno, almuerzo y cena, de igual manera debe contener la bibliografía consultada.

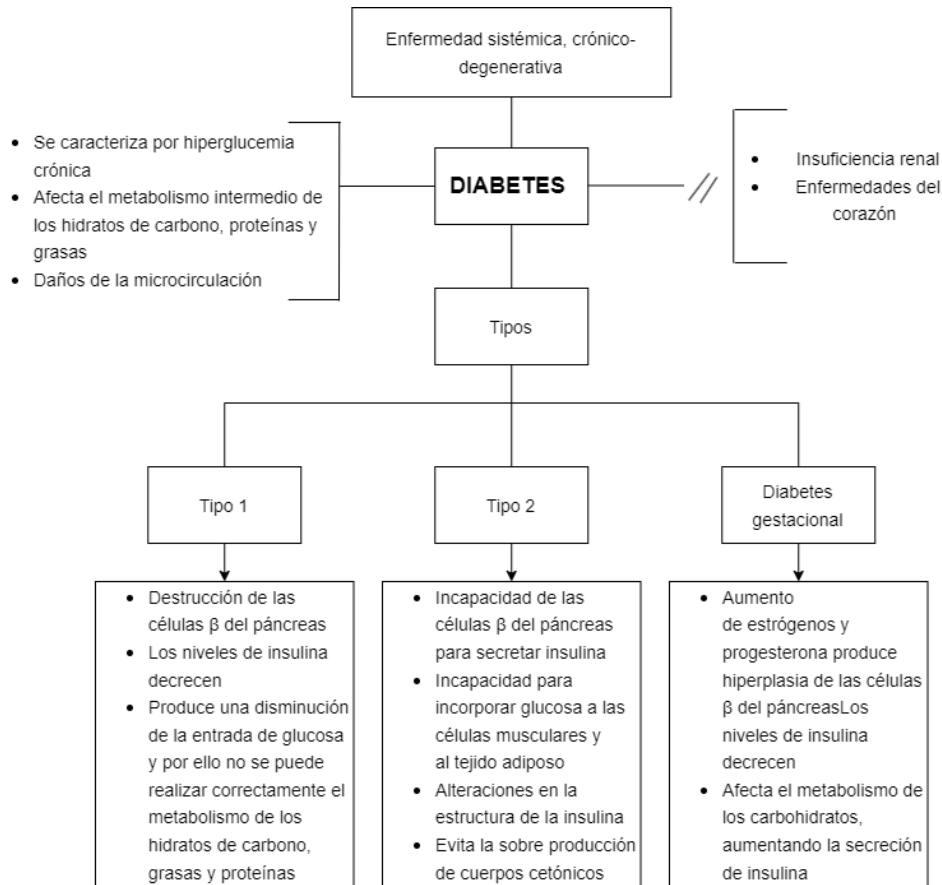
Tabla 4 Lista de alimentos para diabéticos

Verdura	Fruta	Granos	Proteína	Lácteos
Zanahoria	Naranja	Arroz integral	Pollo	Leche
Brócoli	Fresas	Avena integral	Pescado	Yogurt
Pimentón	Manzana	Pasta integral	Huevos	Queso bajo en grasa
Tomate	Bananos	Cebada		
Arveja	Melón	Quina		
Vegetales de hojas verdes		Tortillas integrales		

Nota, Tomado de NIDDK (2016)

En el caso del segundo punto el cual tiene un valor de 25 puntos, en este caso se debe compara el mentefacto solicitado de dos formas a nivel estructural el cual tiene un valor de 10 puntos y el otro nivel es a nivel teórico el cual vale 15 puntos, en esta debe estar mencionado, los tipos de diabetes, enfermedades y la bibliografía utilizada, como se puede observar en la figura 8, este punto es evaluado de manera comparativa.

Figura 8 Mentefacto sobre la afectación de la diabetes en el metabolismo



Nota, Tomado de (Guzmán Juárez & Madrigal Bujaidar, 2003)

Finalmente se propone la socialización de la actividad en el grupo de estudiantes con el propósito de facilitar un crecimiento intelectual, aumentando la curiosidad y el interés por parte de los estudiantes generando un aprendizaje de los temas abordados (Vahos, Muñoz, & Londoño Vásquez, 2019), así mismo se identifica que el enfoque ABP ayuda a fortalecer el razonamiento y juicio crítico, desarrollando la capacidad de identificar y resolver problemas (Montoya, 2013). Cabe señalar que la actividad tiene como propósito generar al estudiante un impacto en el cuidado del consumo de alimentos y como estos pueden afectar al cuerpo humano.

8.2.3. Actividad 3. Estudio cinético del proteoliposoma

La actividad 3 consta de la realización de un taller práctico enfocado en la metodología ABP, en donde se propone como situación problemática el transporte mitocondrial en el metabolismo de los carbohidratos, con la finalidad de que el estudiante entre en contacto con problemas enfocados al análisis de estudios de cinética enzimática, cabe señalar que los datos suministrados en esta actividad se obtuvieron de un artículo científico sobre un estudio enzimático realizado por el Instituto Nacional de Cardiología en México.

Por lo tanto, será evaluada a través de la comparación de los resultados de la actividad propuesta (anexo C), por ello la primera pregunta es la realización de los gráficos estos serán comparados con los gráficos obtenidos de los resultados de velocidad vs concentración y $1/\text{velocidad}$ vs $1/\text{concentración}$. Con respecto a la segunda pregunta, determine la constante de Michaelis Menten (K_m) y la velocidad máxima, de igual forma los resultados serán comparados con los obtenidos de acuerdo con los datos suministrados en el taller y las gráficas realizadas en el punto anterior (Anexo C).

En el caso de la última pregunta, realice una conclusión sobre el estudio cinético enzimático, esta será evaluada por medio de la rúbrica observada en la tabla 5, y se encuentra distribuida por la siguiente escala de valoración, cuenta con cuatro niveles, los cuales son excelente, sobresaliente, deficiente e insuficiente, y contiene tres criterios, estos tienen un valor de 1,3 exceptuando el segundo criterio que vale 1,4, cada criterio será multiplicado por el valor de la escala de valoración que se encuentra entre un rango de 1 a 4, obteniendo un promedio de puntuación de 16 a 4 puntos, en donde el valor máximo es de 16 punto que se equivalente a la escala de excelente y el mínimo consta de 4 correspondiente a insuficiente. Por último, los dos primeros ítems tienen un valor de 17 puntos y el tercer punto tiene un valor de 16 puntos, para tener un puntaje global de la actividad de 50 puntos.

Tabla 5 Rúbrica para evaluar la conclusión de la actividad 2

Criterio	Excelente (4)	Sobresaliente (3)	Deficiente (2)	Insuficiente (1)
Información (x1,3)	Utiliza información adecuada de forma clara y concisa durante el análisis, así como referencias bibliográficas	Utiliza información clara durante el análisis, pero no proporciona bibliografía	Utiliza poca información durante el análisis, no hace comparaciones ni utiliza referencias bibliográficas	Utiliza poca información, de forma enredada y de difícil comprensión durante el análisis, no hace comparaciones ni utiliza referencias bibliográficas
Relación con los	Realiza relaciones con los resultados obtenidos con	Realiza relaciones con los resultados	Realiza relaciones con los resultados	Las relaciones de los resultados no son adecuadas ni

resultados (x1.4)	referentes teórico- adecuados enfocados a artículos científicos	obtenidos con referentes teórico	sin referentes teóricos	utiliza referentes teóricos
Ortografía (x 1,3)	Respetar las normas de ortografía, la puntuación y uso de las mayúsculas,	Respetar las normas de ortografía, utilizar la puntuación y uso de las mayúsculas,	Respetar las normas elementales de ortografía, acentuación, puntuación y uso de las mayúsculas, para escribir textos correctos.	No respeta algunas de las normas elementales de ortografía la acentuación, puntuación y uso de las mayúsculas.

Nota, Realizado por el Autor

Para finalizar se tiene en cuenta que esta actividad se caracteriza por estar diseñada y enmarcada en la metodología ABP, por ello se fundamenta en aspectos teóricos y prácticos, con la intención de que el estudiante estimule su pensamiento para plantear posibles soluciones a los diferentes problemas planteados y la aplicación de esto, cabe destacar que esta actividad se propone por ser implementada de manera individual o colectiva. (Luy-Montejo, 2019)

Con el fin de contribuir a que el estudiante adquiera nuevos conocimientos, es necesario plantea una problemática de una situación objeto de estudio, con el objetivo que el estudiante adquiera conocimientos y habilidades para poder llegar a la solución o interpretación del problema (Martínez, Sánchez, Fuertes, Redondo, & Gundín, 2006), por ello la actividad se encuentra estructurada en la realización de un análisis en donde se utilizaron los resultados de un estudio cinético enzimático realizado por el Instituto Nacional de Cardiología en México, para que el grupo de estudiantes tenga una aproximación de cómo se realiza un estudio cinético a nivel investigativo.

8.2.4. Actividad 4. Taller sobre cinética enzimática

Esta actividad se propone la realización de un taller con el fin de demostrar diferentes aplicaciones de los estudios sobre cinética enzimática, la cual se constituye por la realización de un taller enfocado en la metodología ABP, y consta de dos puntos globales, en el primer ítem se solicita un mapa mental y en segundo punto está basado en una situación problemática enfocado en un estudio enzimático realizado por la universidad de Antioquia en la facultad de química farmacéutica en Colombia, con la finalidad de valorar la reacción en la que interviene la enzima dihidrofolato reductasa (DHFR) en diversas concentraciones del sustrato.

Con respecto a lo anterior el primer punto del taller será evaluado a través de una rúbrica (tabla 6), la escala de valoración de la rúbrica cuenta con cuatro niveles, los cuales son excelente, sobresaliente, deficiente e insuficiente, y consta de cinco criterios, cada criterio tiene un valor por indicador de 1,0 puntos. La valoración del mapa conceptual es la sumatoria de cada criterio, en donde se obtiene un rango entre 20 a 5 puntos, este valor es obtenido por medio de la multiplicación del valor de cada criterio por la escala de valoración que se encuentra de 1 a 4 como se observa en la tabla 6.

Tabla 6 Rúbrica para evaluar el mapa conceptual

Criterio	Excelente (4)	Sobresaliente (3)	Deficiente (2)	Insuficiente (1)
Organización (x 1)	Presenta estructura jerárquica compleja y equilibrada, con una organización clara y fácil interpretación	Presenta una estructura jerárquica clara, equilibrada pero un tanto simple o un poco desequilibrada pero clara y fácil de interpretar	Presenta una estructura jerárquica clara pero no equilibrada o una apariencia equilibrada, pero en exceso simple o un tanto desordenada	Mapa lineal, con varias secuencias de oraciones largas hacia los lados o hacia abajo, o bien presenta una estructura desorganizada
Relaciones entre concepto (x 1)	Identifica todos los conceptos importantes y demuestra un conocimiento de las relaciones entre estos	Identifica conceptos importantes, pero realiza algunas conexiones erróneas	Realiza muchas conexiones erróneas	Es incapaz de establecer relaciones entre conceptos de forma correcta
Palabras de enlace (x 1)	Las palabras de enlace se utilizan de forma correcta y enriquece las proposiciones	La mayoría de las palabras de enlaces son significativas	Se combina algunas palabras de enlace significativas con otras que no lo son tanto	Las palabras de enlace se repiten y son poco significativas
Enlaces cruzados (x 1)	Integra enlaces cruzados que unen conceptos y de ellos resultan proposiciones	Muestra solo algunos enlaces cruzados	Presenta enlaces cruzados irrelevantes respecto al tema principal	Mo existen enlaces cruzados
Recursos (x 1)	Presenta más de 5 recursos asociados. Son de tipología variada y están relacionados con el concepto al que se asocian	Presenta entre 3 y 5 recursos asociados. Son de tipología variada y están relacionados con el concepto al que se asocian	Presente entre 1 y 2 recursos asociados en su mayoría imágenes	No aporta ningún recurso o bien estos no están relacionados con el concepto al que se asocian

Nota, Tomado y adaptado de García & Arabí (2012)

En el caso de la segunda pregunta, este tiene dos ítems, serán evaluados por medio de la comparación de los resultados obtenidos por los estudiantes con respecto a los del estudio, por ello en la primera pregunta debe contar con el gráfico 1/velocidad vs 1/Concentración y en el caso de la segunda pregunta, determine la constante de Michaelis Menten (K_m) y la velocidad máxima debe visualizarse el valor obtenido este de igual manera será comparado con el resultado obtenido en el estudio (Anexo D).

Por lo anterior la valoración global de actividad está dividida de la siguiente manera, el primer punto tiene un valor de 20 puntos y el segundo punto consta de dos preguntas, por lo cual cada pregunta tiene un valor de 15 puntos para obtener un valor general de 30 puntos para la segunda pregunta. Así obteniendo una valoración global de 50 puntos para esta actividad. Es preciso señalar que la metodología ABP ayuda en procesos de enseñanza relacionados con la lógica matemática en diferentes áreas de aplicación, ya que esta reforzar y mejora las destrezas de lógica enfrentándose a soluciones de problemas. (Cárdenas & Cárdenas, 2018)

8.2.5. Actividad 5. Laboratorio virtual

Con respecto a la actividad cinco se realizó un laboratorio de forma virtual (Anexo B) nombrado “Tasa de respiración de frutas y verduras” (Cepeda, 2021), con el objetivo de identificar la aplicabilidad al realiza un estudio cinético, por medio de la respiración de frutas y verduras, así mismo con la realización de esta actividad se pretendía reconocer el alcance de una aplicación de un laboratorio a nivel presencial, identificando la utilización de los aspectos teóricos necesarios para la realización de la actividad, por ello se requirió la aplicación de este laboratorio a un grupo de estudiantes de la asignatura sistemas bioquímicos en la universidad pedagógica nacional.

La actividad consta de ocho preguntas cada punto tiene un valor de 6,25 puntos, para obtener una valoración global de 50 puntos, estas serán evaluadas por medio de comparación de resultados, ya que el simulador utilizado en la realización del laboratorio virtual cuenta con tres variables modificables (Anexo B), exceptuando la última pregunta esta será evaluada por medio rubrica (tabla 7).

En la tabla 7 se valora el último punto, con respecto a la siguiente escala de valoración, esta consta de cuatro niveles, excelente, sobresaliente, deficiente e insuficiente, y de cinco criterios. Cada criterio tiene un valor por indicador de 0.78, este será multiplicado por la escala de valoración que se encuentra entre un rango

de 1 a 4, obteniendo un rango entre 6,25 a 1,56, el máximo valor es de 6,25 punto que se equivalente a la escala de excelente y el mínimo consta de 1,56 punto lo cual corresponde a insuficiente.

Tabla 7 Rubrica para evaluar los resultados del laboratorio virtual

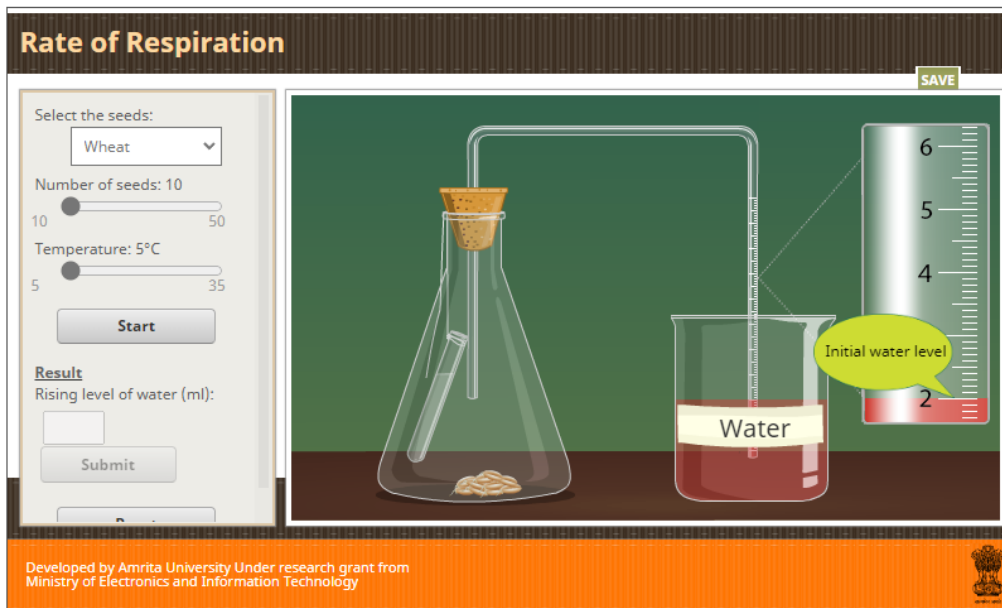
Criterio	Excelente (4)	Sobresaliente (3)	Deficiente (2)	Insuficiente (1)
Información (x0,78)	Compara los resultados con referentes bibliográficos, genera una reflexión de la utilidad o deficiencia del laboratorio, realiza una conclusión clara de los resultados obtenidos	Compara los resultados con referentes bibliográficos, realiza una conclusión clara de los resultados obtenidos	El análisis es claro, pero tiene deficiencia por falta de utilización del referente teórico, realiza una conclusión breve de los resultados obtenidos	realiza una conclusión breve de los resultados obtenidos pero inconclusa por falta de referentes teóricos.
Ortografía (x 0.78)	Respeto las normas de ortografía, puntuación y uso de las mayúsculas,	Respeto las normas de ortografía, utiliza la puntuación y uso de las mayúsculas,	Respeto las normas elementales de ortografía, la acentuación, puntuación y uso de las mayúsculas.	No respeta algunas de las normas más elementales de ortografía la acentuación, puntuación y uso de las mayúsculas.

Nota, realizado por el Autor

Con respecto al simulador “OLABS” utilizado en la realización de esta actividad (Anexo B) cuenta con tres variables modificables, la finalidad es dar autonomía al estudiante y aumentar el interés al realizar el laboratorio, por lo tanto, las variables modificables son: tipo de muestra, cantidad de muestra y temperatura.

Con respecto a lo anterior, la primera variable hace referencia a la muestra ya que en el simulador se encuentra la posibilidad de escoger entre cinco tipos de muestra, las cuales son maní, frijol, mostaza, trigo y granos, la segunda variable está relacionado con la cantidad de semillas, la cual se encuentra entre un rango de 10 a 50 semillas, y por ultima variable modificable es la temperatura, se encuentra en un rango de temperatura de 5°C a 35°C, como se observa en la interfaz gráfica del simulador en la figura 10.

Figura 9 Simulador sobre la tasa de respiración



Nota, Tomado de from, A. U. (s.f.). OLABS. Obtenido de <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=17&sim=204&cnt=4>

De acuerdo con lo anterior se identifica que las cuatro primeras preguntas, tiene como finalidad la utilización e interacción de los estudiantes con el simulador OLABS (Figura 9), en donde deben realizar los pasos mencionados en las primeras preguntas de la guía de laboratorio (Anexo B), completando las tablas suministradas por cada punto, el cual se evidencia la utilización de la interfaz gráfica del simulador.

Con relación al quinto punto, realizar un estudio cinético, los estudiantes deben realizar los cálculos necesarios para la obtención de las gráficas Concentración vs Velocidad y $1/\text{Concentración}$ vs $1/\text{Velocidad}$ de acuerdo con la temperatura, muestra y cantidad seleccionada por cada estudiante, el sexto punto consta en la realización de la índice de respiración (QR) el cual es valorado de acuerdo con la ecuación y unidades descritas (Anexo B) y la séptima pregunta está relacionada con la quinta pregunta ya que es la determinación de velocidad máxima y la constante de Michaelis Menten (K_m), las cuales son determinadas por las ecuación de recta obtenida de la gráfica $1/C$ vs $1/V$.

Tabla 8 Valoración de las preguntas A, B, C, D, E, F y G

Estudiante	2	6	7	14
Pregunta A	6,25	6,25	6,25	6,25

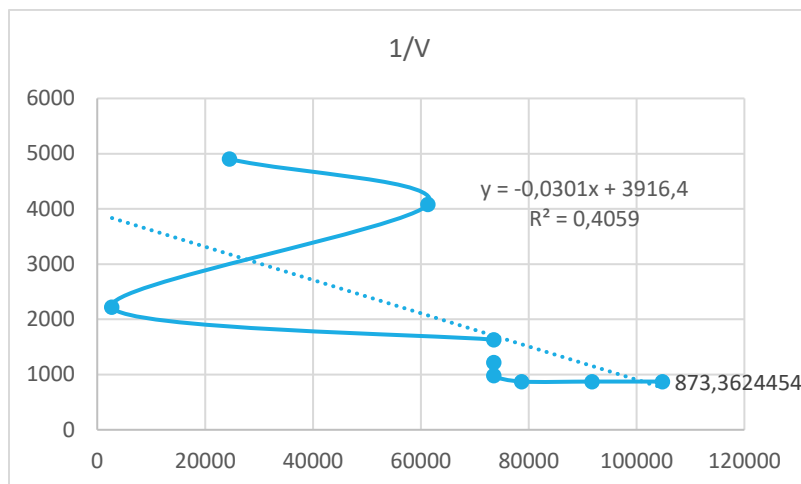
Pregunta B	6,25	6,25	6,25	6,25
Pregunta C	6,25	6,25	6,25	6,25
Pregunta D	6,25	6,25	6,25	6,25
Pregunta E	2,08	2,84	2,30	2,73
Pregunta F	0,00	6,25	6,25	6,25
Pregunta G	0,00	1,00	0,00	0,00

Nota, esta tabla muestra las respuestas obtenidas de los estudiantes a las preguntas y la valoración numérica de cada respuesta, fuente obtenida de los estudiantes 2,6,7 y 14.

Por lo anterior en la tabla 8 se evidencia la valoración obtenida de la pregunta A hasta la pregunta G, por cuatro estudiantes elegidos de forma aleatoria, en donde se evidencia que el manejo del simulador fue adecuado ya que no se presentó dificultad durante el ingreso y manejo de este, con respecto a la pregunta E se evidencia de acuerdo con la valoración que los estudiantes presentaron dificultades en la realización de los cálculos al realizar el estudio cinético.

En la figura 10 se muestra la gráfica $1/C$ vs $1/V$ realizada por el estudiante 2, a una muestra de 30 semillas de maní a 25°C , se observa que la gráfica no cuenta con los títulos de los ejes por lo cual no se comprende en totalidad la gráfica, además el coeficiente de correlación (r^2) tiene un valor de 0,4059 por lo cual se evidencia que la precisión del modelo obtenido por medio del experimento realizado en el simulador OLABS no es adecuado, por lo cual se reconoce que cálculos realizados por el estudiante son incorrectos.

Figura 10 Resultados estudiantes 2, muestra de 30 semilla de maní a 25°C

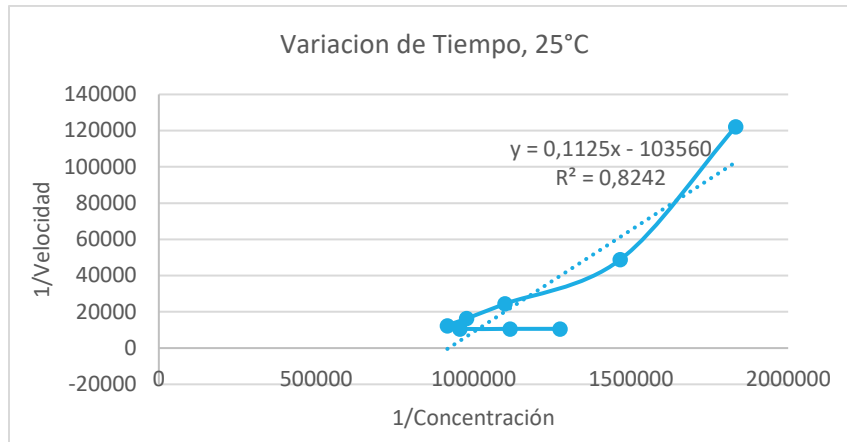


Nota, tomado del estudiante 2

En cambio, en la figura 11 se observa la gráfica realizada por el estudiante 6 el cual utilizó las mismas variables, es decir que utilizó una muestra de 30 semillas de maní a 25 °C. En este caso se observa que el estudiante realizó un mejor proceso en el punto E ya que la gráfica si presenta los títulos de los ejes, además el coeficiente de correlación es de 0,8242, lo cual se determina que los resultados obtenidos tienden a ser más preciso.

Además, se evidencia que los cálculos realizados por el estudiante 6 (Anexo G) son más adecuados que los cálculos realizados por el estudiante 2 (Anexo F), ya que, al realizar la comparación de los resultados, se evidencia que por parte del estudiante 2 halló la concentración por medio de la ecuación de los gases ideales, en cambio que el estudiante 6 los halló por medio de la estequiometría de la ecuación química de respiración, en donde se observa un mejor manejo de las ecuaciones y una mayor congruencia de las unidades reportadas, al ser dos casos con las mismas variables definidas.

Figura 11 Resultados estudiantes 6 muestra de 30 semilla de maní a 25°C



Nota, tomado del laboratorio realizado por el estudiante 6

Con respecto a la pregunta G, la cual consta en la determinación de velocidad máxima y la constante de Michaelis mente, se analizaron los resultados de los mismos estudiantes del anterior punto, en donde el estudiante 2 no reporto los resultados de esta pregunta, por lo tanto se identifica que no entendió con totalidad la utilización de las ecuaciones de Michaelis Menten en cambio que el estudiante 6, planteo las ecuaciones para determinar los resultados de K_m y $V_{m\acute{a}x}$ (Anexo G), se observa que las ecuaciones y las unidades utilizadas son adecuadas, pero cuenta con una confusión ya que reporta el resultado como negativo como se puede observar en la figura 12.

Figura 12 Ecuaciones de V_m y K_m estudiante 6, para la muestra de 30 semillas de maní a 25°C

$$y = mx + b$$

$$\frac{1}{V} = \frac{K_M}{V_{m\acute{a}x}} * \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{m\acute{a}x}}$$

$$b = \frac{1}{V_{m\acute{a}x}} \rightarrow V_{m\acute{a}x} = \frac{1}{b} \rightarrow V_{m\acute{a}x} = \frac{1}{-103560}$$

$$V_{m\acute{a}x} = -9,65624E - 06 \frac{\text{moles de } O_2}{\text{min}}$$

$$m = \frac{K_M}{V_{m\acute{a}x}} \rightarrow K_M = m * V_{m\acute{a}x} = -9,65624E - 06 * 0,1125$$

$$K_M = -1,08633E - 06 \text{ moles}$$

Nota, tomado de la del laboratorio realizado por el estudiante 6

Al comparar el resultado obtenido por estudiante 6 con los reportados en la literatura se identifica que el procedimiento es coherente, ya que utilizo las misma ecuaciones para hallar el K_m y $V_{m\acute{a}x}$, reportadas por la literatura, en donde se determinar por medio del gráfico del doble recíproco o de Lineweaver Burka, a partir de la ecuación

de la línea recta $y = ax + b$, en donde la intersección en el eje y se define como $1/V_{\text{máx}}$ y la pendiente se define como $K_m/V_{\text{máx}}$ (Rodwell, Bender, Botham, Kennelly, & Weil, 2016).

Con relación al punto F en la tabla 8 se evidencia los resultados de índice de respiración máxima reportados por cuatro estudiantes seleccionados de forma aleatoria, en donde tres determinaron adecuadamente el QR máximo y el estudiante 2 no realizó este punto del laboratorio, por lo que se evidencia que no tubo claridad de la realización del cálculo para la determinación del QR el cual se especifica en la guía de laboratorio (Anexo B).

Tabla 9 Respuesta de la pregunta H

Estudiante	Respuesta	Valoración
6	De acuerdo con los resultados obtenidos se puede ver que, al realizar estudios de respiración, en los cuales se puede determinar la tasa de respiración en términos de consumo de oxígeno o producción de dióxido de carbono, donde el RQ es de 1,375 para este caso, con esta tasa de respiración se puede interpretar que la respiración dependerá de las características propias de la fruta o verdura, y de las condiciones ambientales.	4,68
16	Para la determinación del número de moles presente en cada caso, se utilizó la ecuación de la ley de los gases ideales. Usado los siguientes datos, el volumen según los datos recolectados en el simulador OLABS, la temperatura se varia en dos ocasiones a 15 °c y a 25°c más 273, la constante R con un valor igual a 8,314 J mol*k y la presión a 1 atm. En la Tabla 3 se encuentran los valores de intensidad media, inicial y tendencia respiratoria para el frijol, todos estos valores son diferentes para cada temperatura, para las temperaturas a 15 y 25°C se obtuvo promediando los valores a diferentes tiempos, ya que es de esperarse que a menor temperatura la respiración es más lenta; esto comprueba que a menor temperatura la velocidad de respiración disminuye. Según los datos de los volúmenes obtenidos después de determinado tiempo (75 min) los valores de volúmenes son constantes, indicando que la reacción es estable con valor de energía máxima y al inicio del experimento los valores aumentan de forma paulatina, asociándola con la velocidad de reacción en el momento que supera los 45 min la energía de activación se activa y la reacción procede muy rápido.	5,46

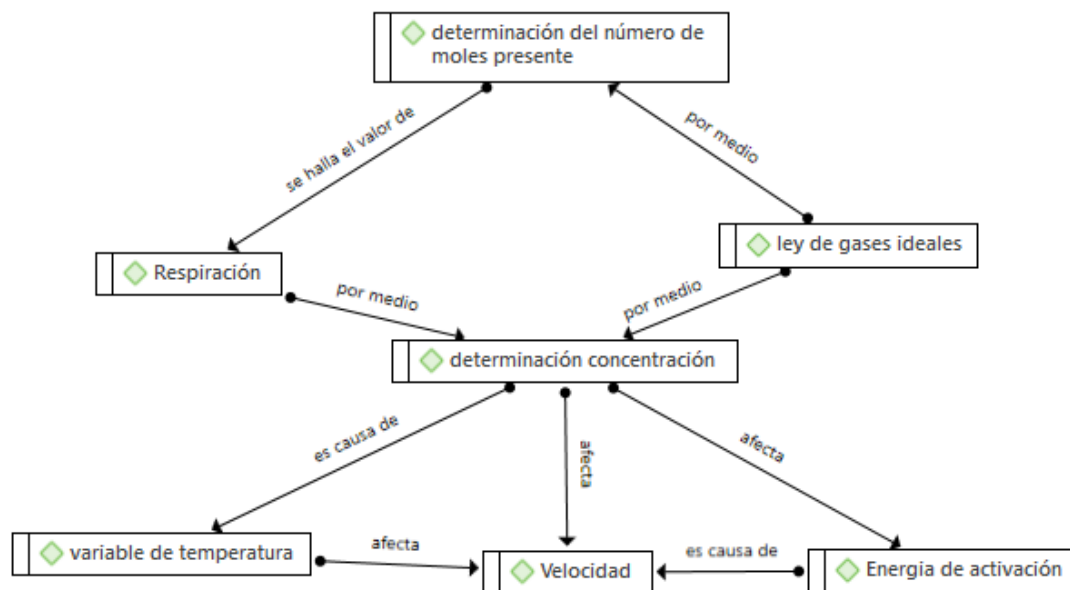
Nota, tomado de los resultados de laboratorio de los estudiantes 6 y 16

En cuanto al último punto como es evaluado por medio de la rúbrica (tabla 9), se escogieron dos estudiantes de forma aleatoria, en donde se identifica el análisis realizado por cada estudiante. Por lo tanto, se reconoce que el segundo estudiante propone un análisis detallado del experimento refiriéndose a la muestra seleccionada, temperatura escogida, tiempo máximo e índice de respiración.

Por lo anterior el análisis realizado por el estudiante 6 se centra en los resultados obtenidos de índice de respiración (QR) y no especifica los resultados del estudio

cinético realizado, en cambio que el estudiante 16 el cual detalla cada aspecto metodológico realizado, por lo cual se realizó para este análisis una red semántica por medio del programa informático Atlantis ti en donde se observa en la figura 13, como se enmarca las diferentes características generales utilizadas durante la realización del laboratorio virtual, con el fin de obtener un proceso práctico para poder entender de forma practica la realización del laboratorio en donde se observa la utilización de las diferentes referencias bibliográficas consultadas.

Figura 13 Red semántica del análisis del laboratorio virtual, estudiante 16

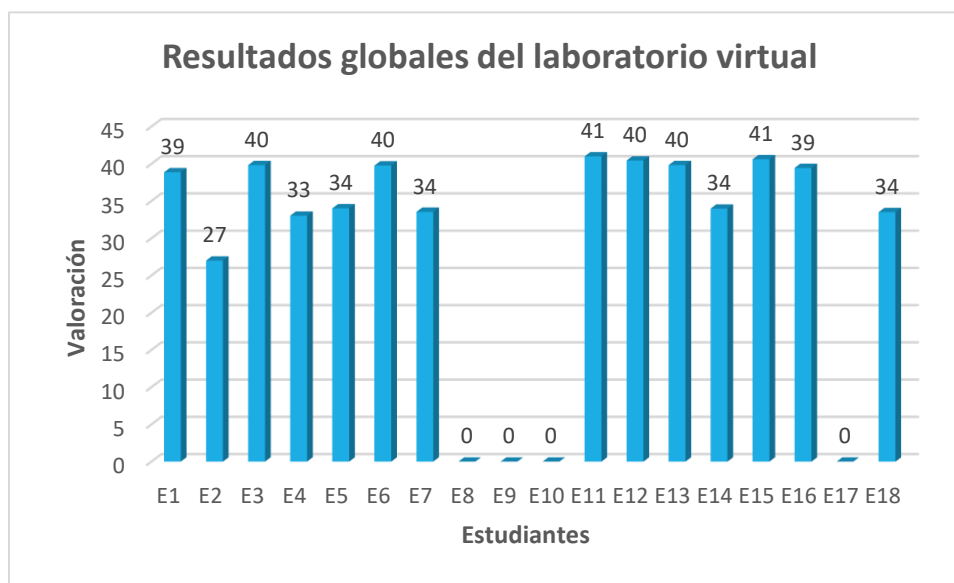


Nota, realizado con Atlantis ti de acuerdo con la información proporcionada por el estudiante 16

En consecuencia, se identifica que los resultados generales obtenidos en la realización del laboratorio virtual propuesto se observan en la figura 14, en donde se distingue los valores globales obtenidos por el grupo de estudiantes en la realización del laboratorio, se observa que la mayoría de los estudiantes tiene claro los conceptos de cinética enzimática, y en el uso adecuado de las ecuaciones de Michaels Menten así como la adecuada de realización de los gráficos.

En el cual se observa que los estudiantes cuentan con la comprensión y coherencia de los conceptos teóricos relacionados con cinética enzimática, así como una interpretación clara de los gráficos y de los procesos matemáticos para determinar las diferentes ecuaciones de velocidad máxima ($V_{máx}$) y de la constante de Michaels Menten (K_m) por parte del grupo en cual se realizó la intervención propuesta.

Figura 14 Resultados globales del laboratorio virtual



Nota, tomado de los resultados dados por la totalidad del grupo de estudiantes

Cabe señalar que de acuerdo con los resultados obtenidos en la figura 14, se identifica que la utilización de este laboratorio virtual ayuda en la enseñanza de cinética enzimática, por ser una herramienta que permite al estudiante interactuar de forma activa ya sea de forma individual o colectiva, utilizando la tecnología como medio para realizar diferentes enfoques prácticos los cuales pueden ser difíciles en la aplicación de forma física, por su montaje o utilización de reactivos específicos los cuales pueden ser complicados de conseguir. (Toledo & Camero, 2015)

Se tiene en cuenta que la aplicación de esta actividad fue realizada de forma individual, además se utilizó como guía para planificar el laboratorio presencial, ya que el objetivo de este laboratorio es realizar un estudio cinético con una variable de temperatura y de cantidad de muestra.

Teniendo en cuenta lo anterior en la realización del laboratorio virtual se evidenció como los estudiantes tomaban el rol de su aprendizaje en marcado en la utilización de tecnología indagando en diferentes fuentes bibliográficas, para respaldar los resultados obtenidos en la simulación de OLABS del laboratorio propuesto.

8.2.6. Actividad 6. Laboratorio presencial

En esta actividad propuesta en la unidad didáctica está centrada en la realización de un laboratorio de carácter presencial, el cual se propone la aplicación por grupos de trabajo. Por tal sentido este laboratorio consta de dos partes, como primera actividad del laboratorio es la realización del montaje de penttekofer (Gallo, 1997) el cual tiene una adaptación en donde se implementa una cámara UV y la segunda parte consta en la realización del análisis de respiración y del estudio cinético (Anexo B).

Por lo anterior este laboratorio tiene una valoración global de 50 puntos, y será evaluada a través de un informe tipo artículo científico, en donde se utilizará la rúbrica (Tabla 10) para evaluar cada ítem del informe. En la tabla 10 se observa los criterios y la escala de valoración que se propone para la valoración del informe, por tal sentido se identifica que la rúbrica contiene nueve criterios y la escala de valoración consta de cuatro niveles los cuales son excelente, sobresaliente, deficiente e insuficiente.

Por lo anterior, para cada criterio cuenta con la siguiente valoración, para los criterios de resumen, introducción, responsabilidad, formato y ortografía tiene un valor de 1,0 punto, para el caso del método, criterios de resultados y discusión de resultados, contiene un valor de 2,0 puntos y para las apreciaciones globales tiene un valor de 3,0 puntos. Para obtener la nota final de la actividad se debe sumar el valor total de cada criterio obteniendo un rango entre 50 puntos equivalente a excelente a 12,5 puntos equivalente a insuficiente, este valor es obtenido a partir de la multiplicación del valor del criterio por la escala de valoración que se encuentra entre un rango de 1 a 4.

Tabla 10 Criterios para evaluar los informes de laboratorio

Criterios	Excelente (4)	Sobresaliente (3)	Deficiente (2)	Insuficiente (1)
Resumen (x1)	Presenta brevemente el tema, incluyendo las metodologías y resultados principales, mencionando la relevancia del trabajo. Incluye 4 a 6 palabras clave.	Presenta el tema, incluyendo las metodologías y resultados principales, pero no menciona la relevancia del trabajo. Incluye 4 a 6 palabras clave.	Menciona la relevancia del trabajo, pero omite las palabras clave o alguna metodología o resultado relevante	No menciona la relevancia del trabajo y omite las palabras clave o alguna metodología o resultado relevante
Introducción (x1)	Presenta el problema	El problema no está revisado	El problema está revisado	El problema no está revisado

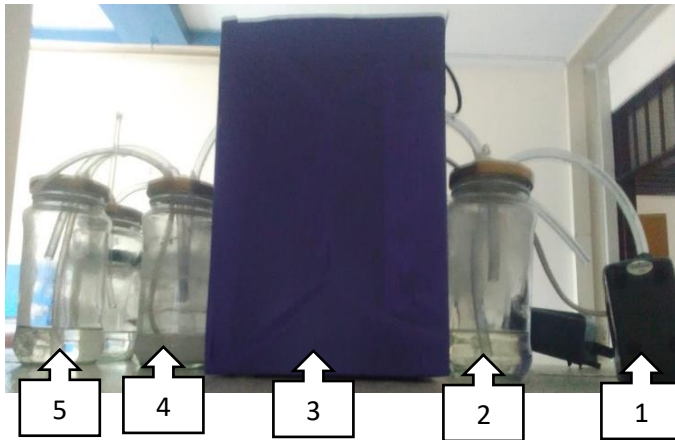
	biológico sustentado por bibliografía, resumiendo la investigación relevante, convergiendo hacia objetivos claros y precisos.	completamente, a pesar de que sí presenta alguna fuente bibliográfica y objetivos claros y precisos.	completamente, sustentado por bibliografía. Sin embargo, Los objetivos no son claros y/o precisos	completamente. Carece de fuentes bibliográficas. Los objetivos no son claros y/o precisos.
Métodos (x2)	Describe breve, clara y correctamente todas las metodologías utilizadas, incluyendo citas bibliográficas cuando corresponde.	incluye todas las metodologías utilizadas, pero la descripción de alguna es incorrecta, poco clara o extensa, o faltan citas bibliográficas.	Omite una de las metodologías utilizadas o la descripción de dos de las metodologías utilizadas son incorrectas, poco claras o extensas	Omite dos o más de las metodologías utilizadas o la descripción de tres o más de las metodologías utilizadas son incorrectas, poco claras o extensas.
Resultados (x2)	presenta todos los resultados, organizados en tablas o gráficos cuando corresponde, los cuales poseen variables y unidades en todos los casos.	presenta todos los resultados, organizados en tablas o gráfico cuando corresponde, sin embargo, uno o más carece(n) de la variable o de la unidad.	Presenta todos los resultados, organizados en tablas o gráfico cuando corresponde, sin embargo, comete errores conceptuales al describir alguno(s) de ellos. *Obtendrá este criterio, aunque los resultados posean variables o unidades.	Omite el resultado de alguno de los experimentos. *Obtendrá este criterio, aunque el resto de los resultados posean variables o unidades o los describa correctamente.
Discusión de los resultados (x2)	Compara los resultados con la bibliografía, discutiendo sobre su calidad considerando las limitaciones de las metodologías utilizadas. Finaliza con una conclusión clara y breve basada en resultados comprobados.	Compara los resultados con la bibliografía, discutiendo sobre su calidad considerando las limitaciones de las metodologías utilizadas. Carece de una conclusión.	La discusión está incompleta, ya sea por falta de base bibliográfica o de análisis de los resultados. Sin embargo, finaliza con una conclusión clara y breve basada en resultados comprobados.	La discusión está incompleta, ya sea por falta de base bibliográfica o de análisis de los resultados. Carece de una conclusión.
Responsabilidad (x1)	Entrega en la fecha estipulada y el trabajo está prolijamente presentado.	Entrega en la fecha estipulada, pero falta prolijidad, por ejemplo, está arrugado o sucio.	El trabajo esta prolijamente presentado, peor entrega fuera de plazo.	Entrega fuera de plazo y falta prolijidad.

Formato (x1)	El informe incluye todas las secciones, respetando formato y longitud de acuerdo con las instrucciones.	El informe incluye todas las secciones, pero no respeta formato y/o longitud especificada.	El informe carece de alguna de las secciones. *Obtendrá este criterio, aunque el resto de las secciones respeten el formato y longitud.	El informe carece de dos o más secciones. *Obtendrá este criterio, aunque el resto de las secciones respeten el formato y longitud.
Ortografía y gramática (x1)	El texto es coherente, identificándose ideas principales y secundarias. Sigue las normas gramaticales, de ortografía y puntuación del idioma español.	El texto es coherente, identificándose ideas principales y secundarias. Presenta 1 o 4 errores de ortografía o puntuación del idioma español, por página.	El texto es coherente, identificándose ideas principales y secundarias. Presenta 5 o más errores de ortografía o puntuación del idioma español, por página.	Las ideas principales no se diferencian de las secundarias. Presenta 5 o más errores de ortografía o puntuación del idioma español, por página.
Apreciación global (x1,5)	El trabajo denota dedicación, comprensión del tema y del trabajo científico.	El trabajo denota comprensión del tema y del trabajo científico, pero se aprecia confusión y/o despreocupación 4 en algunos aspectos.	El trabajo denota comprensión del tema y del trabajo científico, pero falta análisis crítico de los resultados	Hay más aspectos que sugieren confusión que comprensión.

Nota, Tomado y adaptado de Bruna, Villarroel, Bruna & Martínez (2019)

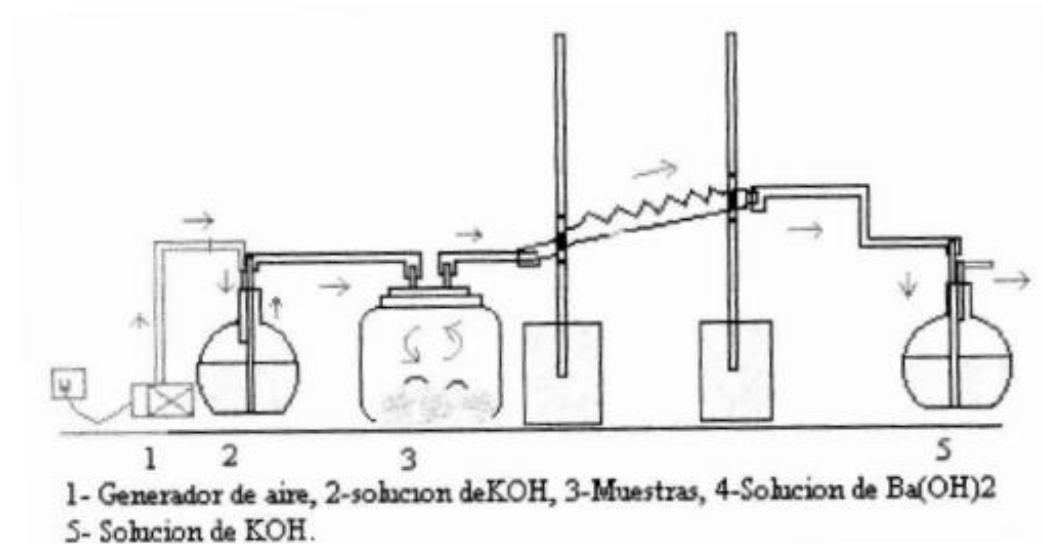
Por lo anterior en el diseño y elaboración del laboratorio presencial consta de dos partes (Anexo B), la primera parte de la actividad del laboratorio es la realización del montaje de pettenkofer, el cual se fundamentó en el montaje teórico en donde se puede observar en la figura 15. Además, la propuesta para la realización de este parte del laboratorio es el montaje pettenkofer con la adaptación, en donde se implementa una cámara UV como se muestra en la figura 16, así mismo se identifica que la cámara UV se utilizada una lampara con luz ultra violeta, con un voltaje de 110 V y 15 W, los reactivos a utilizar en el montaje son KOH al 25 %, Ba(OH)₂ al 1 N y NaOH al 25 %.

Figura 15 Montaje de penttekofer con cámara UV



Nota, 1. Generador de aire, 2. Solución de KOH al 25 %, 3. cámara con lampara UV en el interior se encuentra un frasco en donde se deposita la muestra, 4. Solución de Ba(OH)₂ al 1 N y 5. solución de NaOH al 25 %, realizado por el autor.

Figura 16 Montaje de penttekofer



Nota, Tomado de (Gallo, 1997)

La segunda etapa del laboratorio consta en la realización de un estudio cinético, el cual se planifica por medio de la respiración celular (Anexo B), en donde se propone la utiliza como muestra de estudio champiñón, con la finalidad de estresar con la lampara de luz ultravioleta. Por lo anterior en el estudio realizado se planteó la utilización de muestra champiñón de marca setas de cuivá, un peso de muestra de 10 g, a diferentes temperaturas las cuales son 10°C, 22°C y 30°C. En la tabla 11 se

observa los resultados obtenidos de la constante Michaelis Menten (K_m) y la velocidad máxima ($V_{m\acute{a}x}$) como prueba de laboratorio, para identificar si la propuesta es adecuada para la implementación en la unidad didáctica.

Tabla 11 Resultados de laboratorio con respecto al K_m y V_m a las diferentes temperaturas

Producto		Sustrato		Temperatura
K_m (mmol)	Velocidad máxima (mmol/min)	K_m (mmol)	Velocidad máxima (mmol/min)	
$4,1610 \cdot 10^1$	$1,13470 \cdot 10^{-4}$	$3,7824 \cdot 10^1$	$1,8912 \cdot 10^{-5}$	22°C sin UV
$4,7668 \cdot 10^1$	$2,8221 \cdot 10^{-4}$	$4,7037 \cdot 10^1$	$4,7037 \cdot 10^{-5}$	22°C con UV
$3,6663 \cdot 10^1$	$4,3195 \cdot 10^{-4}$	$3,6646 \cdot 10^1$	$7,1958 \cdot 10^{-5}$	10°C con UV
$6,2224 \cdot 10^1$	$3,8604 \cdot 10^{-4}$	$6,2225 \cdot 10^1$	$6,4342 \cdot 10^{-5}$	30°C con UV

Nota, realizado por el autor

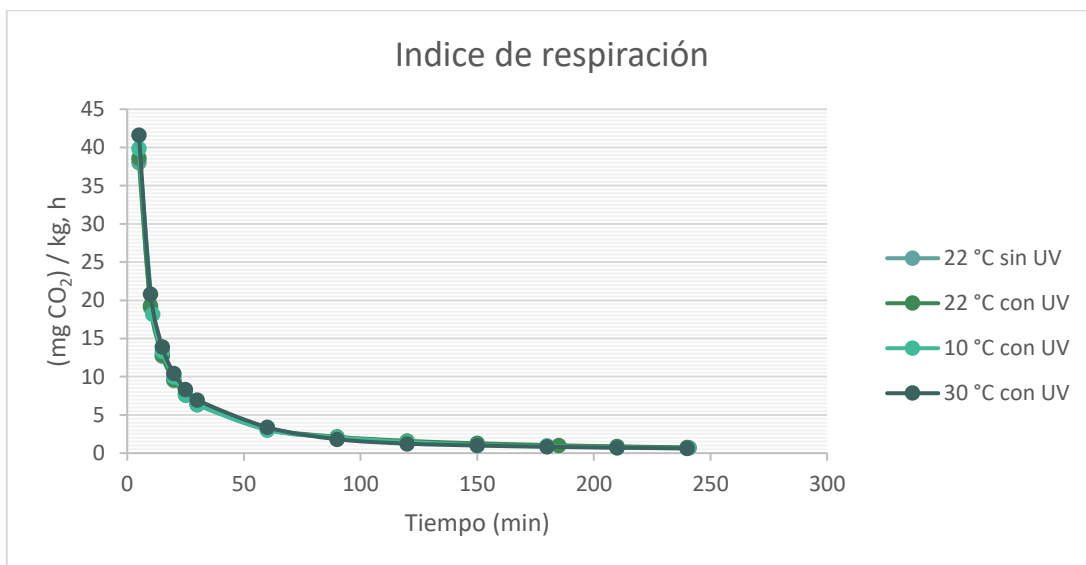
En donde la prueba realizada del laboratorio se identifica que el K_m más óptimo es cuando la muestra está a una temperatura de 30°C, ya que a esta temperatura hay una mayor afinidad en el complejo enzima sustrato, por lo que obtenemos en el K_m un valor de $6,2225 \cdot 10^1$ mmol, en cambio que la muestra de 10 g para una temperatura de 10°C obtenemos en el K_m un valor de $3,6646 \cdot 10^1$ mmol, en donde se identifica que afinidad del complejo es menor.

Para el caso de la velocidad máxima de la reacción se identifica que en la muestra que se encuentra a una temperatura de 30°C cuenta con una velocidad de $6,4342 \cdot 10^{-5}$ mmol/min, se identifica que la muestra de 30°C contiene una menor concentración de sustrato en comparación con las demás muestras (Tabla 11), en donde se identifica que al realizar el proceso con luz ultravioleta y variar la temperatura hace que haya un incremento en el “índice de reacciones no catalizadas como catalizadas por enzima al aumentar la energía cinética y la frecuencia de choque de las moléculas que están reaccionando” (Rodwell, Bender, Botham, Kennelly, & Weil, 2016, pág. 74), por ello hay una variación de concentración entre el complejo enzima sustrato en donde se reconoce que a temperatura de 10°C haya una disminución de la velocidad de la reacción es debida a la desnaturalización de la enzima.

En cuanto al índice de respiración, se realiza con la finalidad de identificar la mejor forma de almacenamiento del producto para que este dure el mayor tiempo posible, por tal razón se realizó dicho proceso para identificar la tasa de respiración de los champiñones teniendo en cuenta la variación de masa y temperatura, por lo anterior

se identifica de acuerdo con muestra de 10 g tiene un mayor índice de respiración en la temperatura de 10°C como se observa en la figura 17.

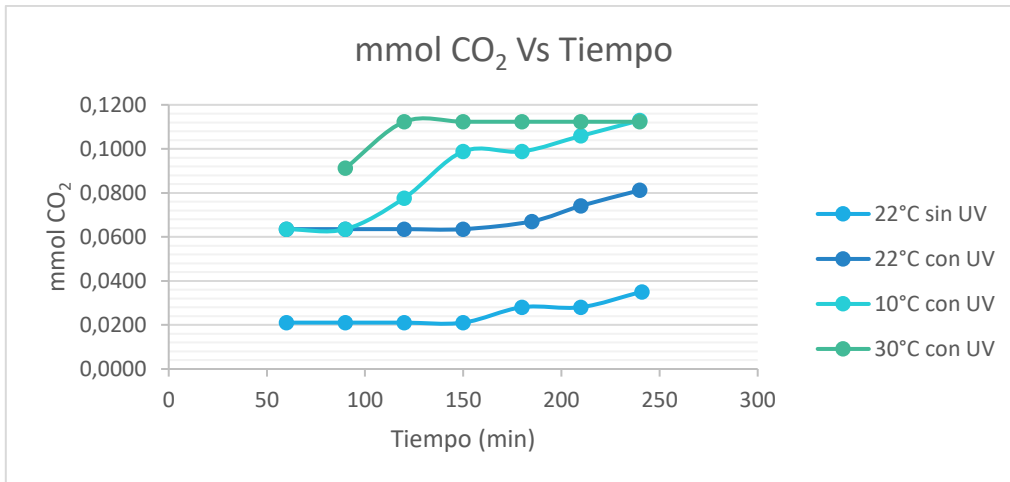
Figura 17 Grafica del índice de respiración



Nota, realizado por el autor

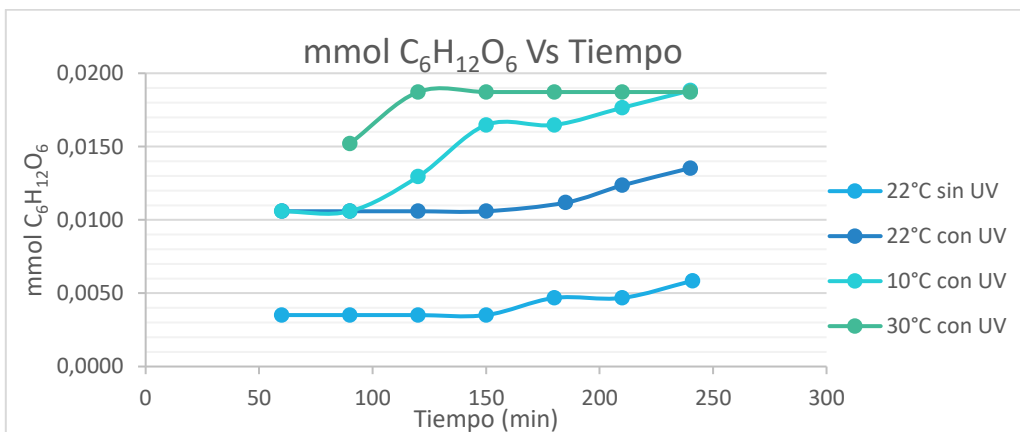
Para el caso de la determinación de la concentración de mmol de C₆H₁₂O₆ y CO₂ para la muestra de 10 g hay mayor concentración en mmol de dióxido de carbono a la temperatura de 30°C como se puede evidenciar en la Figura 18, se puede observar la misma tendencia para la concentración de azúcares a la misma temperatura como se observa en la Figura 19, se realiza con la finalidad de que los estudiantes reconozcan como transcurre la reacción con respecto al tiempo.

Figura 18 Concentración de producto Vs Tiempo



Nota, Realizado por el autor

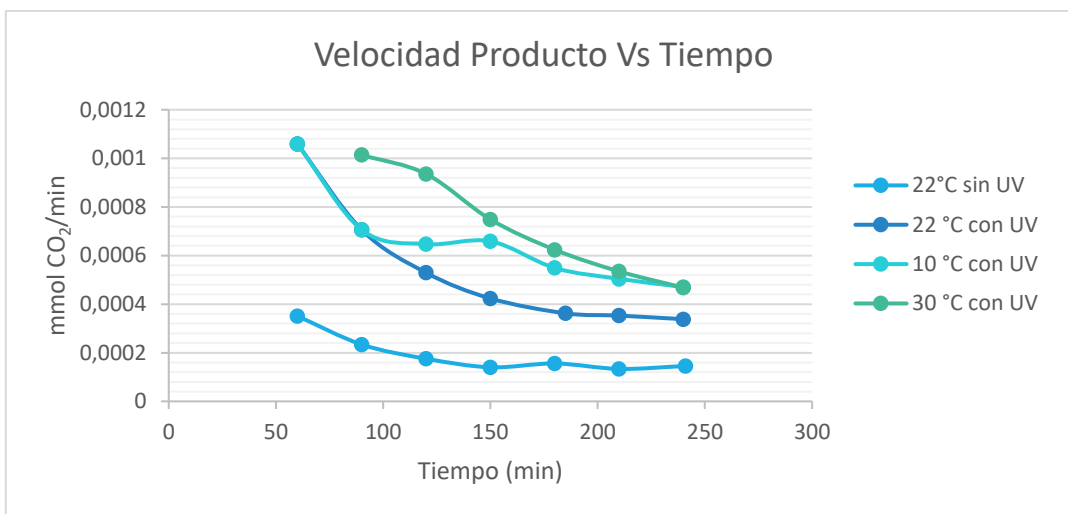
Figura 19 Concentración del sustrato Vs Tiempo



Nota, realizado por el autor

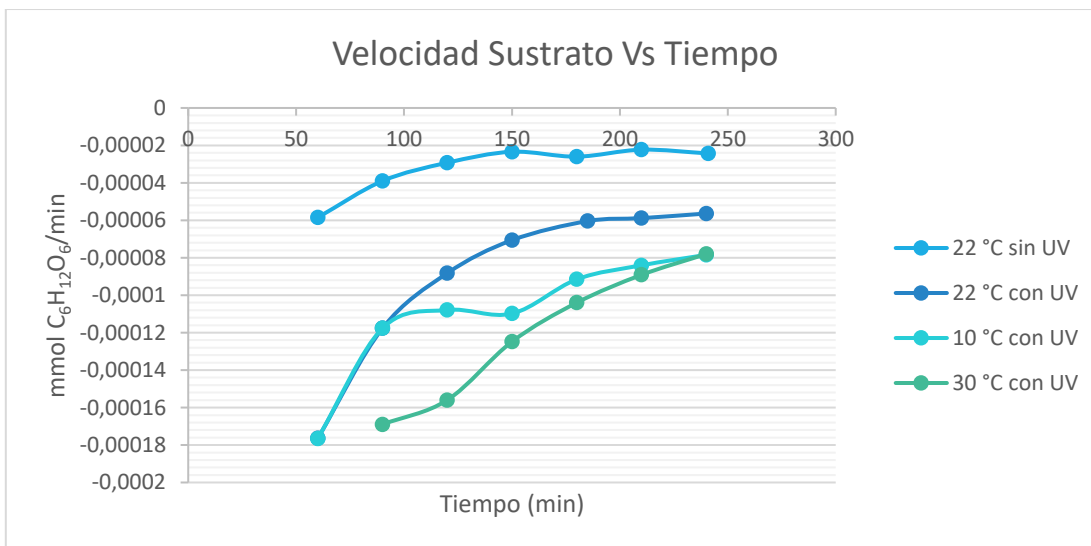
Como tal el análisis cinético requerido en la aplicación de este laboratorio está relacionado con la realización de las siguientes graficas para identificar cuáles son la velocidad máxima y la constante de Michaels Menten para reconocer la afinidad de la enzima presente en el champiñón, por ello el estudio para el caso del producto se podrá observar en las Figura 20 y 21, en cambio que para el estudio con respecto al sustrato será observado en las Figura 22 y 23 ambos casos para una muestra de 10 gramos de champiñón variando la temperatura de 22°C, 10°C y 30°C.

Figura 20 Velocidad del producto Vs Tiempo



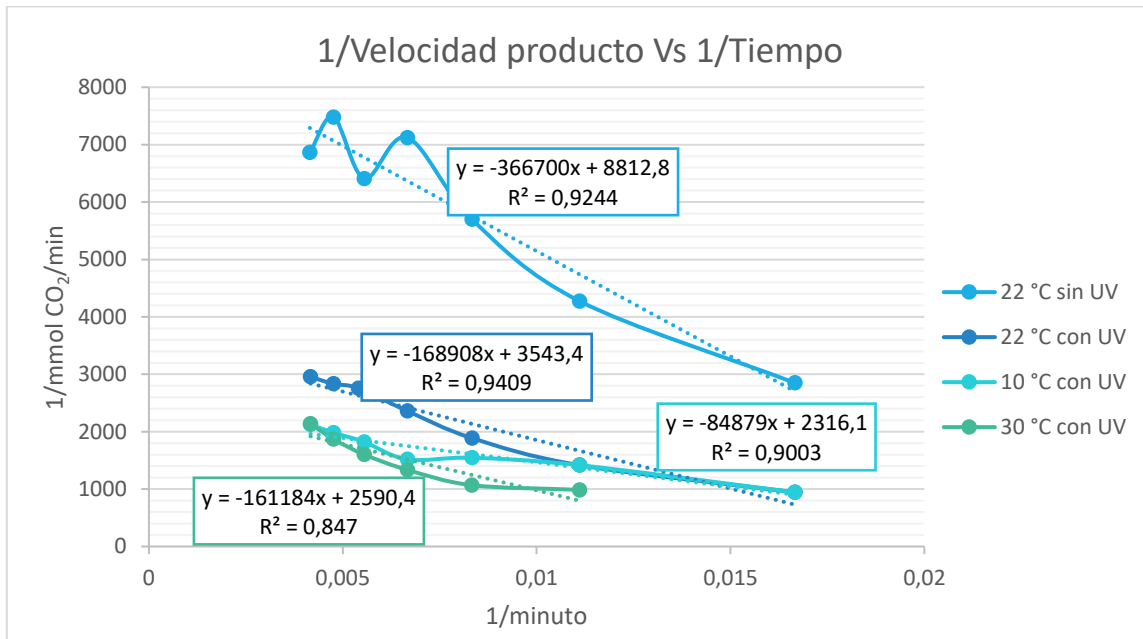
Nota, realizado por el autor

Figura 21 Velocidad del sustrato vs Tiempo



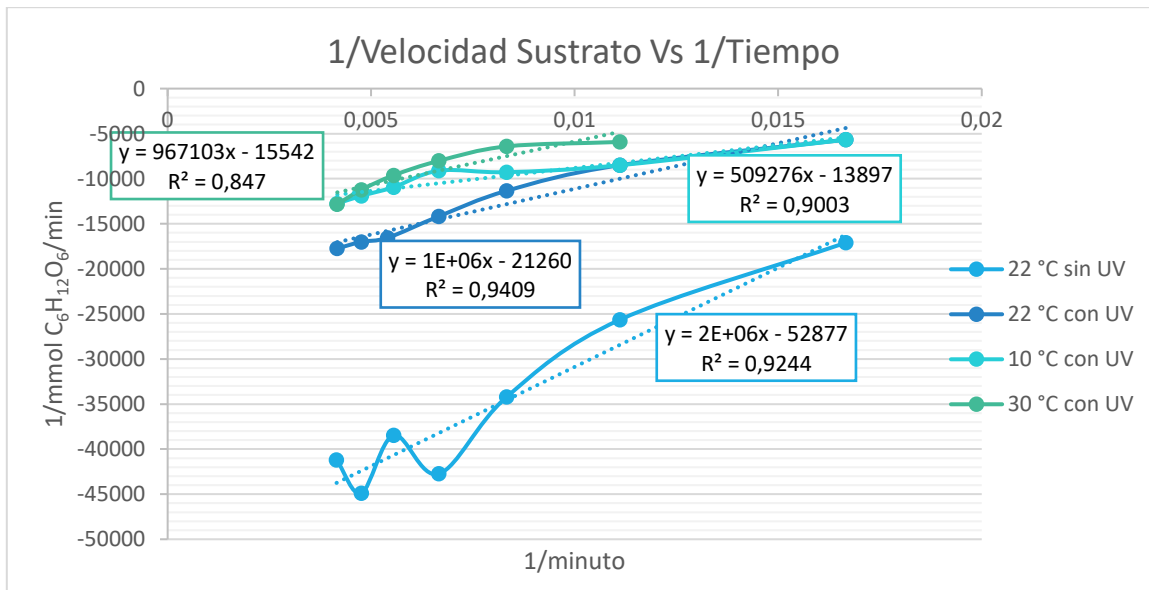
Nota, realizado por el autor

Figura 22 1/Velocidad del producto vs 1/tiempo



Nota, realizado por el autor

Figura 23 1/Velocidad del sustrato vs 1/tiempo



Nota, realizado por el autor

Finalmente se identifica que la propuesta del laboratorio es viable y adecuada para ser implementada en el ciclo de profundización del programa de licenciatura, ya que los análisis obtenidos en el laboratorio de prueba realizados demuestran que es

posible la aplicación del laboratorio propuesto en la unidad didáctica, por el montaje flexible de realizar y la utilización de los diferentes reactivos los cuales se cuentan en el laboratorio de la universidad pedagógica nacional.

Además, se reconoce que el trabajo práctico del laboratorio es útil durante la enseñanza y aprendizaje, por que ayuda a comprender los aspectos teóricos por medio de la experiencia de la manipulación y prueba de error con el fin de comprender los procesos de la naturaleza, atribuido al descubrimiento, el cual genera un aprendizaje significativo al estudiante, por ello es muy importante la aplicación de esta actividad para reforzar los diferentes aspectos teóricos por medio de un dominio metodológico. (Flores, Caballero Sahelices, & Moreira, 2009).

8.3. Análisis general de la unidad didáctica

Se identifica que la propuesta de la unidad didáctica está enfocada en la metodología ABP, el cual se identifica que se propone la realización de seis actividades, las cuales tiene como finalidad la enseñanza de conceptos de cinética enzimática bajo el enfoque ABP (Aprendizaje Basado en Problemas).

Por tal sentido se diseñó y aplico la prueba de entrada (Anexo A) con el fin de identificar las ideas previas a un grupo de 17 estudiantes en la asignatura sistemas bioquímicos en el semestre 2022-2, con el propósito de reconocer los aspectos teóricos más relevantes a reforzar para que la aplicación de unidad didáctica sea más efectiva (Anexo B), Cabe señalar que se aplicó la actividad 5 al grupo de estudiantes para identificar la posibilidad de aplicar un laboratorio presencial en la unidad didáctica.

En donde se reconoce que la propuesta para la realización de un laboratorio presencial en la unidad didáctica es viable ya que los estudiantes demuestran obtener un conocimiento adecuado con respecto a los aspectos teóricos de cinética enzimática, así mismo se identifica que la propuesta de la metodología ABP ayuda a la comprensión de los temas ya que se familiariza con estudios a nivel práctico.

Cabe señalar que la propuesta de la unidad didáctica es viable para una posible aplicación, ya que las actividades propuestas están enmarcadas en la metodología ABP, ya que es considerado como un desafío para el estudiante, por su forma de aplicación, obligando al estudiante a generar preguntas, en donde se crea la necesidad de buscar las respuestas, investigando y descubriendo de forma autónoma o colaborativa. (Castro & Papahiu, 2013)

Finalmente se recomienda que la aplicación de la propuesta de la unidad didáctica bajo la metodología ABP sea para estudiantes universitarios en ciclo de profundización para áreas de conocimiento de licenciatura en química, química, biología, medicina o afines, por los aspectos teóricos abordados en la misma.

8.3.1. Aspectos Metodológicos para el diseño de la unidad didáctica

Con relación a los aspectos metodológicos utilizados en el diseño de la propuesta de unidad didáctica bajo el enfoque ABP para la enseñanza de cinética enzimática, orientado para estudiantes en la educación superior, tiene como objetivo reconocer la importancia del metodología de enseñanza durante la realización de las actividades propuesta en la unidad didáctica, por lo cual en la tabla 12 se observa el propositito de cada actividad, así como el papel del estudiante, con respecto a la metodología de enseñanza ABP y como se aplicaría a una metodología memorística, la cual es actualmente utilizada, evidenciando la pertinencia de cada actividad. la finalidad del diseño y una posible aplicación de la unidad didáctica.

Tabla 12 Aspectos metodológicos para cada actividad de la unidad didáctica

Actividad	Aspecto metodológico (Metodología ABP)	Diferencia metodología (Metodología memorística)
Clase magistral	Esta actividad se propone la realización de la clase de forma expositiva con la variación de responder dudas del auditorio, con la finalidad de que el estudiante se encuentra activo, crítico y reflexivo de las temáticas a abordar.	En cambio, por medio de esta metodología la clase sería de forma netamente expositiva, en donde el estudiante cumple el papel pasivo.
Cuáles son los cuidados de la diabetes	Tiene como propósito que el estudiante indague en diferentes fuentes bibliográficas, fortaleciendo el razonamiento crítico y reflexivo, basándose en problemáticas de enfermedades alimenticias, con el fin de generar un impacto en la forma de alimentarse saludablemente.	Al contrario, que en esta actividad por medio de la metodología memorística se implementaría atreves de forma expositiva demostrando de forma gráfica las dietas adecuadas para el consumo de alimentos para la población en contexto.

Estudio cinético del proteoliposoma	En cuanto a esta actividad hace referencia a aumentar la capacidad crítica y reflexiva para analizar un estudio cinético, fomentando la autonomía del estudiante a buscar e indagar la forma de resolver la actividad.	Para esta metodología se realización de forma expositiva mostrando cada paso en la realización de la actividad y la utilización de las ecuaciones que se debe utilizar para cada, evitando la utilización de otra forma para resolver el taller planteado.
Taller sobre cinética enzimática	Esta actividad tiene como objetivo que el estudiante tenga el rol activo en donde se realiza una búsqueda para identificar los carbohidratos y causas en la intolerancia infantil, en donde el estudiante ejercite la creatividad, en cuanto al segundo punto de esta actividad hace referencia a aumentar la capacidad crítica y reflexiva para analizar un estudio cinético	Esta actividad se realización de forma expositiva por parte del profesor mostrando cada paso en la realización de la actividad y la utilización de las ecuaciones que se debe utilizar para cada, evitando la utilización de otra forma para resolver el taller planteado, sin analizar el procedimiento y las gráficas halladas.
Laboratorio Virtual	El estudiante tiene la finalidad de ejercer la creatividad, generando y buscando la solución a los problemas dados en el laboratorio, así como la búsqueda de información, fomentando la autonomía del estudiante por aprender, ejercitando el pensamiento crítico, además de utilizar la tecnología como una herramienta para apoyar los procesos de aprendizaje.	En cuanto a esta actividad se explicaría de forma expositiva mostrando cada paso que el estudiante debe realizar, en donde el estudiante considerando la relación de la actividad como una réplica de lo que el profesor realiza sin cuestionarse de los pasos a realizar en el laboratorio, ni el análisis respetivo para cada caso.
Laboratorio presencial	Tiene la finalidad de que el estudiante ejercite la creatividad, el trabajo colaborativo, obligando al estudiante a generar y buscar las respuestas de preguntas obtenidas durante la realización del laboratorio, así como la reflexión y revisión de este.	Para esta metodología esta actividad sería de repetición, en donde el estudiante considerando la relación de la actividad como una réplica de lo que el profesor realiza sin cuestionarse de los pasos a realizar en el laboratorio.

Nota, realizado por el autor

9. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos y la pregunta problema planteada en este trabajo de grado, se concluye que los resultados obtenidos en el instrumento de ideas previas, demuestra que los estudiantes no identifican la importancia en la comprensión de los aspectos conceptuales de cinética, porque no encuentran sentido a las temáticas abordadas, así como la aplicación de estas, por ello se ve la necesidad de innovar los métodos de enseñanza con el fin de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Por lo tanto, se propone el diseño y la estructuración de una unidad didáctica bajo la metodología ABP para la enseñanza de conceptos asociados a la cinética enzimática (Anexo B), ya que esta se identifica como una herramienta de planificación que permite consolidar todos los elementos necesarios para realizar procesos de enseñanza y aprendizaje, por lo cual se caracteriza por ser flexible para la aplicación a diferentes áreas del conocimiento, en donde cuenta con la utilización de un marco conceptual coherente y secuencial, así como los componentes que conforma la estructura de la unidad didáctica, los cuales son presentación, objetivos, contenidos, actividades, estrategias, temporalización, recursos y evaluación. (Péfaur, Pérez, & Vega, 2016)

En donde se propuso seis actividades bajo la metodología ABP, con la finalidad de que el estudiante generando un desequilibrio en el esquema del pensamiento buscando la necesidad de obtener las respuestas, investigando y descubriendo de forma autónoma o colaborativa (Castro & Papahiu, 2013), para contribuir con el incremento del pensamiento crítico y reflexivo (Freire, 2021), por ello en las actividades se plantearon situaciones problemáticas de investigaciones obtenidas de laboratorio científicos para demostrar la aplicabilidad de los conceptos teóricos de cinética enzimática.

Por último, se identifica que durante el diseño de la unidad didáctica se debe identificar el papel de estudiante durante la realización de las actividades, así como el propósito de cada actividad, con la finalidad de que el estudiante obtenga un aprendizaje significativo bajo la metodología ABP, con la utilización de aspectos teóricos para resolver los ejercicios y ejemplos presentados en durante la intervención (Serrano, Restrepo, & Posada, 2012).

10. RECOMENDACIONES

A continuación, se presenta algunas recomendaciones para futuras investigaciones, con el fin de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, por lo cual se recomienda ampliar los aspectos teóricos, con el fin de profundizar los temas abordados como es la inhibición enzimática y los factores que influyen en ella, ya que este concepto hace parte de los estudios cinéticos enzimáticos y ayuda a comprender mejor la temática. Así como los conceptos referentes con respiración celular, ya que estas temáticas son abordadas en la mayoría de los casos de forma muy superficial.

Cabe señalar que es importante identificar el propósito de cada actividad para enfocar las actividades de forma más práctica en la metodología ABP, de igual forma se recomienda mezclar esta metodología ABP con otras metodologías como la CTSa, ya que aporta mayor impacto durante las aplicaciones de esta, por la ventaja de utilizar diferentes herramientas informáticas y bioinformáticas, lo cual es ampliamente utilizado para analizar diferentes estudios sobre cinética enzimática.

Finalmente se propone que en futuras investigaciones la posibilidad de aplicación de la unidad didáctica propuesta, para identificar y reconocer el alcance de esta. En donde se recomienda aumentar y verificar las actividades, así como la utilización de diferentes herramientas tecnológicas para aumentar la curiosidad de los estudiantes, con la finalidad de mejorar la propuesta planteada en este trabajo de investigación.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, J. C., & Jaramillo, L. G. (2015). *El papel de la descripción en la investigación cualitativa*. *Cinta moebio*, (53), 175-189.
- Alliende, F. (2007). Intolerancia a la lactosa y otros disacáridos. *Gastr Latinoam*, 18(supl 2), 152-156.
- Alvia, A. M., Astudillo, J. R., Holguín, D. M., Solórzano, F. A., Álava, M. M., Valdivieso, P. A., . . . Jaritza, M. (2018). *Introducción al estudio de la bioquímica*. Alicante, España: Editorial Editorial Científica 3ciencias, Área de Innovación y Desarrollo,S.L.
- Andrés Jiménez, C., & Anchetta Meza, G. (2020). Elementos educativos en las unidades didácticas en la UNED, Costa Rica, 2017 y 2018: frecuencia de uso y posibilidades de mejora. *Cuadernos de Investigación UNED*, 12(1), 181-193.
- Andrés, C. P. (2002). Sobre la metodología cualitativa . *Rev Esp Salud Pública*, 76: 373-380.
- Aranda, W. D. (2021). *Bioinformática: Una herramienta didáctica para la enseñanza de la inhibición enzimática desde los estilos de aprendizaje*. Obtenido de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/17056/Bioinform%20c3%a1tica.Una%20herramienta%20did%20c3%a1ctica%20para%20la%20ense%20c3%b1anza%20de%20la%20inhibici%20c3%b3n%20enzim%20c3%a1tica%20desde%20los%20estilos%20de%20aprendizaje..pdf?sequ>
- Arpí Miró, C., Àvila, P., Baraldés i Capdevila, M., Benito Mundet, H., Gutiérrez del Moral, M. J., Orts Alís, M., & Rostán Sánchez, C. (2012). La implementación y transferibilidad del ABP. *Aula de Innovación Educativa*, núm. 216, p. 24-28.
- Atkins, P., & Paula, J. d. (2006). *Química Física*. España: Editorial medica panamericana S.A.
- Atlas.ti. (2022). *Atlas.ti*. Obtenido de <https://atlasti.com/>
- Avery, H. (2002). *Cinetica química básica y mecanismos de reacción*. España: Editorial reveté S.A.
- Avila, C. C. (2014). Diseño de una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de la respiración celular. *Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia*.
- Barrero, E., Jiménez, L., & Rendón, Y. (2020). *Desarrollo de competencias investigativas y aprendizaje de conceptos asociados al ciclo de krebs bajo un enfoque CTSA una experiencia en un ambiente virtual de aprendizaje*. Obtenido de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/12507/Trabajo-de-Grado-Ciclo-de-Krebs.-BarreroA-Jim%20c3%a9nez-L-Rend%20c3%b3n-Y.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

- Bermúdez, Galvis, & Vega. (2015). *Actividad enzimática*. Obtenido de Academia.edu:
https://www.academia.edu/17433504/actividad_enzimatica_2_docx1
- Boude Figueredo, O., & Ruiz, M. (2009). TIC y el aprendizaje basado en problemas como agentes significativos en el desarrollo de competencias. *Index de Enfermería*, 18(1), 18-22.
- Bruna, C., Villarroel, V., Bruna, D., & Martínez, J. (2019). Experiencia de Diseño y Uso de una Rúbrica para Evaluar Informes de Laboratorio en Formato Publicación Científica. *Formacion universitaria*, 12(2), 17-28.
- Burgos, N. D., Márquez, F. A., & Baquerizo, G. E. (2019). Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Conrado*.
- Carbonero Zalduegui, P. (1975). *Enzimas*. Madrid: E.T.S.I. Agrónomos.
- Cardenal, E. J. (2009). Comparación de la eficacia del aprendizaje basado en casos/problema frente al método tradicional de lección magistral para la enseñanza de la Anestesiología en pregrado, postgrado y Formación Médica Continuada. *Universitat de Barcelona*.
- Cárdenas, C., Landeta, K., Perruolo, T., Angulo, N., Yabroudi, S., Trujillo, A., & Flores, P. (2014). Determination of kinetic constants for the design of biological treatment dairy effluent in batch system. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 37(1), 11-19.
- Cárdenas, D. M., & Cárdenas, L. Y. (2018). Aprendizaje basado en problemas en matemáticas: el concepto de fracción. *Educación y Ciencia*, (21), 45-58.
- Castro, J. C., & Papahiu, P. C. (2013). La enseñanza de la biología en el bachillerato a partir del aprendizaje basado en problemas (ABP). *Perfiles Educativos*, 35(139), 93-109.
- Cepeda, R. R. (2021). Tasa de respiración en frutas y verduras . Bogota.
- Corrales, L. C., & Ariza, M. M. (2012). Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno. *Nova*, 10(18), 213-225.
- Delord, G., & Porlán, R. (2018). Del discurso tradicional al modelo innovador en enseñanza de las ciencias: obstáculos para el cambio. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 77 - 90.
- Dogan, N., Manassero-Mas, M., & Vázquez, Á. (2020). Dogan, N., Manassero-Mas, M. A.El pensamiento creativo en estudiantes para profesores de ciencias: efectos del aprendizaje basado en problemas y en la historia de la ciencia. *Tecné, episteme y didaxis: TED*, 163-180.
- Domínguez, L. C., Vega, N. V., Espitia, E. L., Sanabria, Á. E., Corso, C., Serna, A. M., & Osorio, C. (2015). Impacto de la estrategia de aula invertida en el ambiente de aprendizaje en cirugía: una comparación con la clase magistral. *Biomédica*, 35(4), 513-521.
- Ertmer, P., Schlosser, S., Clase, K., & Adedokun, O. (2014). The Grand Challenge: Helping Teachers Learn/Teach Cutting-Edge Science via a PBL Approach. *Interdisciplinary Journal of ProblemBased Learning*, 8(1), 1.

- Fennema, O. R., & Tannenbaum, S. R. (2000). *Introducción a la ciencia de los alimentos*. Reverté.
- Fernández, F., & Duarte, J. (2013). El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de ingeniería. *Formación universitaria*, 6(5), 29-38.
- Fernández, R. G., Recalde, O. O., Méndez, A. O., Prendes, L. d., Rivera, F. C., Pinzón-Daza, M. L., & Matta, A. L. (2017). Recursos para la enseñanza-aprendizaje de temas complejos de Bioquímica en la educación médica. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 31(3):31-44.
- Ferreiro, G., & Ocelli, M. (2008). Análisis del abordaje de la respiración celular en textos escolares para el Ciclo Básico Unificado. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 7 N°2, 387 - 398.
- Flores, J., Caballero Sahelices, M. C., & Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 33(68), 75-111.
- Freire, E. E. (2021). El aprendizaje basado en problemas, un reto a la enseñanza superior. *Revista Conrado*, 295-303.
- from, A. U. (s.f.). *OLABS*. Obtenido de <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=17&sim=204&cnt=4>
- Gallo, P. F. (1997). Manual de fisiología, patología. Postcosecha y control de calidad de frutas y hortalizas. *Convenio SENA-reino Unido, Segunda Edición. Armenia, Colombia.*, (No. 664.07/G172).
- García, E. P., & Arabí, I. (2012). *ResearchGate*. Obtenido de Los mapas conceptuales como elemento para mejorar la comprensión de textos. Una experiencia en educación primaria..
- Gaviria, L., Perales, V., Romero, S., Salazar, V., Salcedo, M., & Velazques, J. (2017). Relación entre la enseñanza teórica y práctica en la ,ateria de biomoléculas de la carrera de biología de la FES Iztacala. *Revista tendencias en docencia e investigación en química*.
- Gomez, A. (2013). Unidad didáctica para la enseñanza de las enzimas apoyada en TIC bajo el modelo enseñanza para la comprensión. *Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales*.
- Gómez, A. (2013). Unidad didáctica para la enseñanza de las enzimas apoyadas en TIC bajo el modelo enseñanza para la comprensión. *Universidad Nacional de Colombia*.
- Gómez, D. H., & Puente, E. T. (2017). Unidades didácticas. Herramientas de la enseñanza. *Noria Investigación Educativa*, 1(1), 41-47.
- Gonzalez, L., Hernández, L., & Monguí, T. (2020). Enseñanza aprendizaje de los conceptos coenzima y apoenzima asociados al estudio de actividad enzimática: una mirada desde el modelo de aprendizaje basado en problemas mediante la metodología flipped classroom. Bogotá: Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional.

- Guzmán Juárez, N., & Madrigal Bujaidar, E. (2003). Revisión de las características clínicas, metabólicas y genéticas de la diabetes mellitus. *Bioquímica*, 28(2), 15-23.
- Hernández, I., Alejo, K. M., Méndez, L., García, A., Cordova, A., & García, A. (2015). Estudio cinético enzimático de la hidrolasa a partir de cítricos. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 6(3), 1-8.
- Hesse, H. (2020). *Made with iDoceo 6*. Obtenido de Rúbrica del esquema:
<https://onedrive.live.com/?authkey=%21AIHluEWsOd%5F%2DWVM&id=DB39910BFB6B414B%2125350&cid=DB39910BFB6B414B&parId=root&parQt=sharedby&parCid=33324B110248750C&o=OneUp>
- Horton, R., Moran, L. A., & González, V. (2008). *Principios de bioquímica*. Pearson Educación.
- Imamura, H., Noji, H., Nhat, K. P., Togawa, H., Saito, K., Iino, R., . . . Nagai, T. (2009). Visualization of ATP levels inside single living cells with fluorescence resonance energy transfer-based genetically encoded indicators. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(37), 15651-15656.
- Iwasa, J., & Marshall, W. (2019). *Biología Celular y Molecular. Conceptos y experimentos*. McGraw Hill.
- Izquierdo, J. F., Cunill, F., Tejero, J., Iborra, M., & Fité, C. (2004). *Cinetica de las reacciones químicas*. Barcelona, España: Ediciones de la ciudad de barcelona .
- Karatas, M., Dogan, S., Spahiu, E., Ašić, A., Bešić, L., & Turan, Y. (2020). Enzyme kinetics and inhibition parameters of human leukocyte glucosylceramidase. *Heliyon*.
- Levine, I. N. (2014). *Principio de fisicoquímica, sexta edición*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A. DE C.V.
- Longas, M. L. (2017). Estrategia didáctica mediada por las TIC para la enseñanza del concepto respiración humana. Bogotá, Colombia: Tesis de maestría, Universidad Nacional de Comlombia.
- López, V. L., Medina, J. A., Gutiérrez, M. V., & Soto, L. F. (2014). Hidratos de carbono: actualización de su papel en la diabetes mellitus y la enfermedad metabólica. *Nutrición Hospitalaria*, 30(5), 1020-1031.
- Luy-Montejo, C. (2019). El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el desarrollo de la inteligencia emocional de estudiantes universitarios. *Propós. represent.*, 7(2), 353-383.
- Marin, M. J., Lima, E. F., Paviotti, A. B., Matsuyama, D. T., Silva, L. K., Gonzalez, C., . . . Ilias, M. (2009). Aspectos das fortalezas e fragilidades no uso das Metodologias Ativas de Aprendizagem. *REVISTA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO MÉDICA*, 13-20.
- Martínez, C. (2021). *Aprendizaje del concepto actividad enzimática por medio de una secuencia didáctica con un enfoque CTSA*. Obtenido de
<http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/17073/APRENDIZAJE%20DEL%20CONCEPTO%20ACTIVIDAD%20ENZIM%20c3%81TICA%20POR%20MEDIO%20DE>

%20UNA%20SECUENCIA%20DID%c3%81CTICA%20CON%20UN%20ENFOQUE%20CTSA.pdf
?sequence=5&isAllowed=y

- Martínez, M. F., Sánchez, J.-N. G., Fuertes, A. d., Redondo, R. F., & Gundín, O. A. (2006). El aprendizaje basado en problemas: revisión de estudios empíricos internacionales . *Revista de educación*.
- Martínez, P., Josefina, M., López, M., & Paola, K. (2021). *Biología 1. ciencia de la vida* . Mexico: Grupo editorial patria.
- McKee, T., & McKee, J. (2016). *Bioquímica. Las bases moleculares de la vida*. McGraw Hill.
- McKee, T., & McKee, J. R. (2016). *Bioquímica. Las bases moleculares de la vida*. McGraw Hill.
- Melo, V., & Cuamatzi, O. (2019). *Bioquímica de los procesos metabólicos* . Barcelona: Editorial reverté.
- Méndez, E., Zeledón, F., Zamora, J., & Cortés, A. (2004). Un acercamiento a la cinética del oxígeno.(Parte I). *Revista Costarricense de Cardiología*, 6(1), 27-32.
- Montoya, N. M. (2013). El aprendizaje basado en problemas (ABP) como estrategia didáctica. *Revista Academia y Virtualidad*, 6(1), 53-61.
- Müller-Esterl, W. (2008). *Bioquímica. Fundamentos para Medicina y Ciencias de la Vida*. españa: Reverte.
- Murray, R., Bender, D., Botham, K., Kennelly, P., Rodwell, V., & Weil, A. (2013). *Harper. Bioquímica ilustrada*. Mexico: McGraw Hill.
- Naranjo, V., & Zambrano, A. (2020). ABP: Estrategia didáctica en las matemáticas. *593 digital Publisher CEIT*, 69-77.
- Neira, M. R., & Hoz, L. G. (2016). Aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de diseño y análisis de experimentos. *INGE CUC*, 86-96.
- Nelson, D., & Cox, M. (2015). *Lehninger: principios de bioquímica*. Barcelona: Omega.
- NIDDK. (2016). *National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases*. Obtenido de NIH: <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/diabetes/informacion-general/nutricion-alimentacion-actividad-fisica>
- Núñez, B. Q. (2011). La respiración celular: Representaciones y conceptos de los estudiantes de bachillerato de la Institución Educativa Departamental Serrezuela de Madrid y de la Fundación Universitaria Juan N. Corpas. *Tesis de maestria, Facultad de ciencias, Universidad Nacional de colombia*.
- Ojeda, L. J. (2017). Propuesta metodológica para la enseñanza de la química en la Educación Media apoyada en el aprendizaje basado en problemas (APB). *Perspectivas*, 2(2). 6-16.
- OpenStax. (2015). *Biology*. Cnx Biology. Obtenido de <https://es.khanacademy.org/science/biology/cellular-respiration-and-fermentation/glycolysis/a/glycolysis>

- Ospina, W. L. (2022). *Implicaciones del modelo montessori en el aprendizaje del concepto estrés oxidativo*. Obtenido de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/17766/TRABAJO%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pacheco, J. (2007). *Anales de la Facultad de Medicina*, 297-298.
- Péfaur, B. C., Pérez, K. d., & Vega, J. E. (2016). La sistematización de la unidad didáctica en educación ambiental: una aproximación desde una experiencia en la ruralidad. *Educere*.
- Pérgola, a., & Galagovsky, L. (2020). Estudio didáctico-epistemológico sobre la relación entre los modelos de respiración celular y de combustión. *Revista de Educación en Biología*, 23; 1; 6-2020; 49-63.
- Pinilla, M. I. (2006). Mentefactos conceptuales como estrategia didácticopedagógica de los conceptos básicos de la teoría de muestreo aplicados en investigación en salud. *Revista Ciencias de la Salud*, 4(suppl 1), 62-72.
- Quintero, G. (2013). Fundamentos del proceso de fermentación en el beneficio del café. *Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé), Psicología Escolar e Educativa*, 21, 65-77.
- Quintero, V. L., Palet, J. E., & Olivares, S. L. (2017). Desarrollo del pensamiento crítico mediante la aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas. *Psicología Escolar e Educativa*.
- Rodwell, V. W., Bender, D. A., Botham, K. M., Kennelly, P. J., & Weil, P. A. (2016). *Harper. Bioquímica ilustrada, 30e*. McGraw Hill.
- Romero, S. S. (2018). Como trabajan los docentes con las ideas previas de los alumnos comparativa entre dos centros con metodologías diferentes. *Universidad de Sevilla*.
- Ronner, P. (2019). *Netter Bioquímica esencial*. España: Elsevier.
- Rosas, M. F., & González, E. E. (2014). Una propuesta de clasificación de la clase magistral impartida en la facultad de derecho. *Revista Chilena de Derecho*, 41(3), 907-924.
- Ruiz, Pineda, & Cárdenas. (2013). *Factores que afectan la actividad enzimática*. Obtenido de https://www.academia.edu/9180412/Informe_de_actividad_enzimatica
- Salguero, A. R. (2010). La programación a medio plazo dentro del tercer nivel de concreción: las unidades didácticas. *EmásF: revista digital de educación física*, (2), 41-53.
- Santos, J. M., & Passos, J. C. (2016). Análise dos benefícios da aprendizagem baseada em problemas (ABP) no desenvolvimento de projetos práticos no curso de engenharia da universidade virtual do estado de sao paulo (UNIVESP). *In Problem Based Learning International Conference. São Paulo*.
- Serrano, K. P., Restrepo, M. A., & Posada, J. S. (2012). Educación en Ingenierías: de las clases magistrales a la pedagogía del aprendizaje activo. *Ingeniería y Desarrollo*, 30(1), 125-142.

- Silva, E. L., & Chávez, R. J. (2013). Comparación de los diferentes métodos de análisis cinéticos para determinar el tipo de inhibición de dos compuestos. *REB. Revista de educación bioquímica*, 32(1), 19-32.
- Silva, R. S., Nascimento, G., Oliveira, R., & Filho, A. B. (2018). Construcción de relaciones entre conceptos relativos al campo estructural y al campo da Cinética Química por estudiantes de pregrado en la acepción de la teoría de los campos conceptuales. *Educación Química, didáctica de la química*, 48 - 60.
- Suárez, L. C. (2002). *Introducción a la catálisis heterogénea*. Bogota, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 39(85), 63-91.
- Toledo, M. O., & Camero, R. E. (2015). Desarrollo de cinco recursos con enfoque CTS para la Enseñanza de Sistema Respiratorio, Circulatorio y Digestivo. *Revista de Investigación*, 39(85), 63-91.
- Tripodi, K., García, G., & Machado, C. E. (2015). Avances en el estudio de las dificultades en la enseñanza de actividad enzimática en el nivel superior . *IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*.
- UDCA. (2019). *UDCA universidad de ciencias aplicadas y ambientales* . Obtenido de química: <https://udca.edu.co/wp-content/uploads/planes-estudio/quimica2.pdf>
- Uniandes. (s.f.). *Universidad de los andes* . Obtenido de programa de medicina : <https://medicina.uniandes.edu.co/es/programas/pregrado/plan-de-estudios>
- Universidad Nacional, d. C. (s.f.). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de pregrado biología: <http://ciencias.bogota.unal.edu.co/areas-curriculares/area-curricular-de-biologia/programas-academicos/pregrado-en-biologia/informacion-general/>
- Urbina, M., & María, E. (2009). Los conocimientos previos y su importancia para la comprensión del lenguaje matemático en la educación superior. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 13(52), 211-222.
- Vahos, L. E., Muñoz, L. E., & Londoño Vásquez, D. A. (2019). El papel del docente para el logro de un aprendizaje significativo apoyado en las TIC. *Encuentros, Redalyc*, 17(02), 118-131.
- Villalobos, V., Ávila, J., & Olivares, S. (2016). Aprendizaje basado en problemas en química y el pensamiento crítico en secundaria. *Revista mexicana de investigación educativa*, 557-581.
- Wang, Y., Wang, G., Moitessier, N., & Mittermaier, A. (2020). Enzyme Kinetics by Isothermal Titration Calorimetry: Allostery, Inhibition, and Dynamics. *Frontiers in molecular biosciences*, 7, 583826.
- Zabala, D., Echavarría, B., & Martínez, A. (2008). Actividad inhibitoria sobre la enzima dihidrofolato reductasa de extractos de esponjas marinas del golfo de urabá. *Vitae*, 15(2), 285-289.

12. ANEXOS

Anexo A. Prueba de entrada

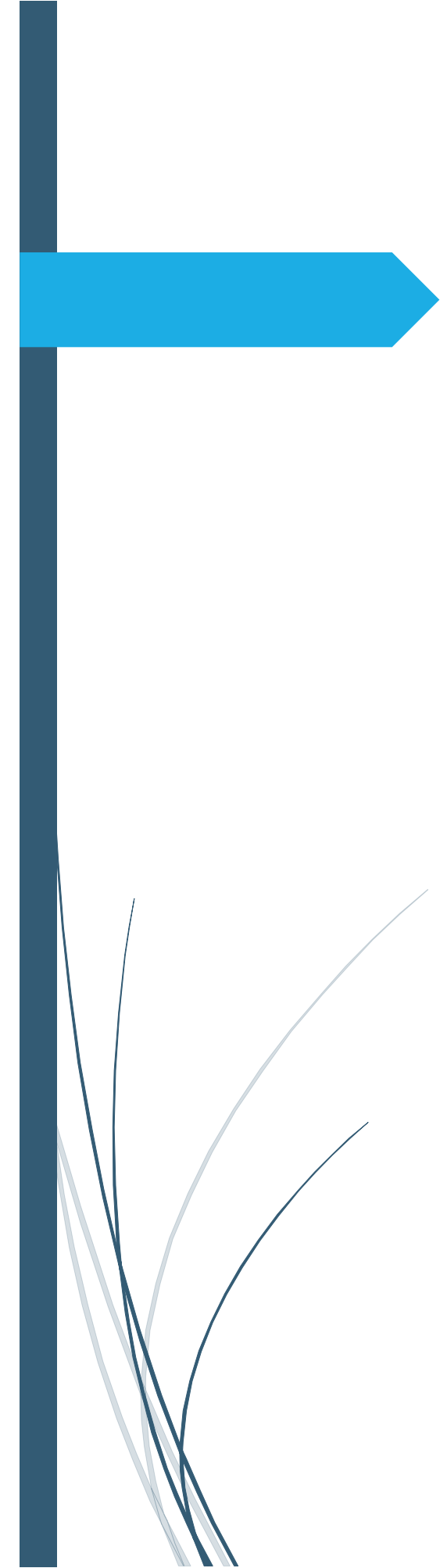
Prueba de entrada

Fecha:

Nombre:

1. Que se entiende por cinética química
2. De las siguientes opciones cual define a un catalizador
 - a. Son compuestos que intervienen en la velocidad de una reacción sin que se consuman en el proceso
 - b. Son compuestos que pueden aumentar o disminuir la velocidad de una reacción
 - c. Son compuestos que pueden aumentar o disminuir la velocidad de una reacción sin que se consuman en el proceso
 - d. Son compuestos que pueden aumentar la velocidad de una reacción sin que se consuman en el proceso
3. Defina que es la velocidad de reacción
4. Con los siguientes conceptos realice un diagrama articulando todos los conceptos y si considera necesario utilizar más palabras las podrá utilizar
 - a. Energía
 - b. Termodinámica
 - c. Energía de activación
 - d. Catalizadores
 - e. Enzimas
 - f. Reacción bioquímica

Anexo B. Unidad didáctica



UNIDAD
DIDACTICA PARA
LA ENSEÑANZA DE
COCEPTOS
ASOCIADOS A LA
CINETICA
ENZIMATICA

JEIMY TATIANA GUERRERO GARCIA
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL

UNIDAD DIDACTICA PARA LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS ASOCIADOS A
LA CINETICA ENZIMATICA

JEIMY TATIANA GUERRERO GARCÍA

DEPARTAMENTO QUÍMICA
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
2022

Tabla de contenido

Introducción	77
Población.....	78
Contenido teórico.....	78
Respiración celular.....	78
Glucolisis.....	78
Ciclo de Krebs.....	80
Cinética enzimática	81
Secuencia de actividades	82
Recursos y materiales	83
Cronograma	83
Aplicación de la secuencia de actividades	83
Prueba de entrada y de cierre	83
Clase magistral	86
Actividad 1.	91
Actividad 2.	93
Actividad 3	95
Laboratorio virtual de respiración	98
Laboratorio sobre respiración (método pentekoffer)	101
Bibliografía.....	108

Introducción

En la presente unidad didáctica está dirigida a una población de estudiantes universitarios del área de la química, biología, o afines, con la finalidad de explicar la temática de cinética enzimática enfocada en la bioquímica de alimentos, por tal sentido se identifica que se debe conceptualizar a la población de estudiantes con los siguientes subtemas cinética enzimática, respiración celular, en esta se debe enfatizar en la glucolisis y el ciclo de Krebs, por ello durante la intervención se realizara la implementación de una secuencia de actividades tanto teórica como

práctica, con la finalidad de mejorar la comprensión de estos temas en los estudiantes.

Población

La presente unidad didáctica está diseñada para estudiantes universitarios que estén cursando el ciclo de profundización, esta unidad didáctica puede ser utilizada en áreas como la química, biología, medicina o afines.

Contenido teórico

Respiración celular

La respiración celular es un proceso el cual es realizado en la célula y lo realiza todos los organismos vivos, estos procesos son realizados por diferentes rutas metabólicas las que se caracterizan por ser un grupo de reacciones químicas las cuales son catalizadas por una enzima específica, se tiene en cuenta que cada enzima que forma parte de la vía metabólica se encuentra en una región específica en la célula ya sea en citosol o en la mitocondria (Iwasa & Marshall, 2019).

Por lo anterior se identifica que estas rutas metabólicas son realizadas en todos los organismos, por lo tanto se reconoce que en la naturaleza hay organismos anaerobios y aerobios, para los procesos realizados en organismos aerobios, se realiza en la mitocondria, en el cual la respiración celular consta con tres fases, la primera fase es cuando glucosa, ácido graso y aminoácido se oxidan y forman grupos de acetil coenzima A, la segunda fase es cuando se incorporan al ciclo de ácido cítrico y la última fase es cuando se genera la fosforilación oxidativa. (Nelson & Cox, 2015) y para los organismos anaerobios este proceso de respiración se basa en dos fases principalmente, la primera fase es la glucólisis, la cual consiste en el rompimiento de la glucosa hasta llegar a piruvato con la finalidad de extraer energía durante el proceso, la segunda fase es con respecto a la fermentación este paso tiene dos vías puede ser por ácido láctico y la otra vía es por alcohol esta ruta generalmente la realizan las levaduras y a diferencia de la ruta metabólica realizada por organismos aerobios estos procesos se realizan en el citoplasma también cabe señalar que la cantidad de energía obtenida es menor. (Iwasa & Marshall, 2019)

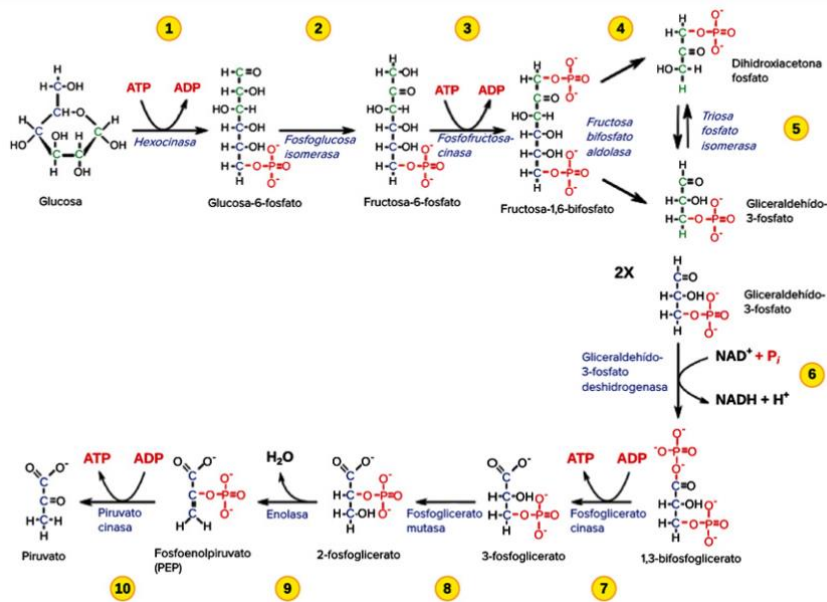
Glucólisis

La glucólisis es realizada por todos los organismos vivos, es decir que lo realizan los organismos aerobios y anaerobios, es una serie de reacciones realizadas con la

finalidad de extraer energía de la glucosa, al romperla en dos moléculas de tres carbonos llamadas piruvato. La pequeña cantidad de energía es capturada durante las reacciones glucolíticas, la cual es almacenada de forma temporal en dos moléculas de ATP (trifosfato de adenosina) y una de NADH (dinucleótido de nicotinamida). El destino metabólico subsiguiente del piruvato depende del organismo que se considere y de sus circunstancias metabólicas, es decir que depende si el organismo es anaerobio o aerobio, a continuación, se describe las fases del glucolisis. (McKee & McKee, Bioquímica. Las bases moleculares de la vida, 2016)

1. Un grupo fosfato se transfiere del ATP a la glucosa y la transforma en glucosa-6-fosfato.
2. La glucosa-6-fosfato se convierte en su isómero, la fructosa-6-fosfato.
3. Un grupo fosfato se transfiere del ATP a la fructosa-6-fosfato y se produce fructosa-1,6-bifosfato.
4. La fructosa-1,6-bifosfato se rompe para generar dos azúcares de tres carbonos: la dihidroxiacetona fosfato (DHAP) y el gliceraldehído-3-fosfato.
5. La DHAP se convierte en gliceraldehído-3-fosfato.
6. Dos semirreacciones ocurren simultáneamente: la oxidación del gliceraldehído-3-fosfato y la reducción del NAD^+ en NADH y H^+ , La reacción general es exergónica y libera la energía que luego se usa para fosforilar la molécula, lo que forma 1,3-bifosfoglicerato.
7. El 1,3-bifosfoglicerato dona uno de sus grupos fosfato al ADP, lo transforma en una molécula de ATP y en el proceso se convierte en 3-fosfoglicerato.
8. El 3-fosfoglicerato se convierte en su isómero, el 2-fosfoglicerato.
9. El 2-fosfoglicerato pierde una molécula de agua y se transforma en fosfoenolpiruvato.

10. El PEP de inmediato dona su grupo fosfato al ADP, y se forma la segunda molécula de ATP, Al perder su fosfato, PEP se convierte en piruvato, el producto final de la glucólisis.



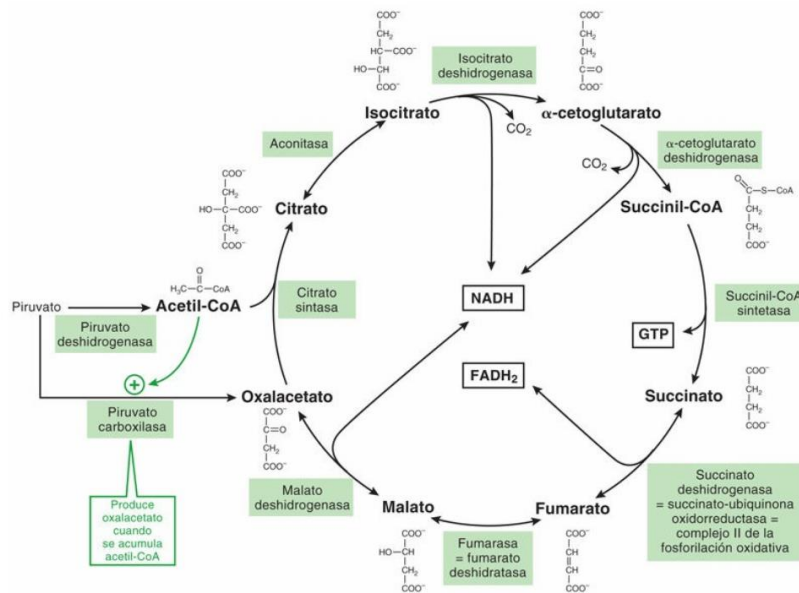
Tomado de OpenStax. (2015). *Biology*. Cnx Biology. Obtenido de <https://es.khanacademy.org/science/biology/cellular-respiration-and-fermentation/glycolysis/a/glycolysis>

Ciclo de Krebs

Es una ruta metabólica la cual forma parte de la respiración celular, realizada en organismos aeróbicos, es decir de aquellos organismos que respiran aire, este proceso ocurre en la mitocondria y es la segunda fase de la respiración celular, el cual tiene como finalidad oxidar el acetil CoA a CO_2 (Ronner, 2019). Por lo anterior en la ilustración se observa las reacciones que intervienen en el ciclo de Krebs, la cual cuenta de ocho pasos, los cuales se describen a continuación. (Nelson & Cox, 2015)

9. la primera reacción de este ciclo esta dado en la formación de citrato a partir de acetil Co A con oxalacetato.
10. formación de isocitrato por medio de la formación de tricarboxílico cis-aconitato.
11. oxidación del isocitrato a α cetoglutarato y CO_2 en donde el isocitrato deshidrogenasa cataliza la descarboxilación oxidativa del isocitrato.

12. Oxidación del α cetoglutarato a succinil CoA y CO_2 , este paso es una descarboxilación oxidativa por acción del complejo de la α cetoglutarato deshidrogenasa.
13. Conversión del succinil CoA en succinato, consiste en la ruptura de un nucleósido trifosfato se reconoce que la reacción es más conocida por el nombre de succínico tioquinasa.
14. Oxidación del succinato a fumarato, a partir de la oxidación de succinil CoA a fumarato por la flavoproteína succinato deshidrogenasa.
15. Hidratación del fumarato a malato, la cual es catalizada por la fumarasa.
16. Oxidación del malato a oxalacetato, es la última reacción del ciclo para regenerar el oxalacetato con la formación de moléculas NAD.



Tomado de Ronner, P. (2019). *Netter Bioquímica esencial*. España: Elsevier.

Cinética enzimática

El estudio de la cinética enzimática está dirigido hacia la medición cuantitativa de los índices de reacciones catalizadas por enzimas y de los factores dependientes de estos indicadores, (Murray, y otros, 2013) en donde esta involucra analizar los equilibrios y las velocidades de las reacciones que son efectuadas por las enzimas. En consecuencia, se identifica que los catalizadores tienen como función aumentar la velocidad de la reacción, pero no modifican el equilibrio de esta, otra característica de la cinética es la identificación sobre la relación entre cantidad de producto formado por una unidad de tiempo. (Gomez, 2013)

En cuanto a lo anterior se concluye que las mediciones cinéticas están orientadas hacia las mediciones de velocidad de una reacción, por consiguiente estas reflejan

que la velocidad de una reacción enzimática se encuentra sujeta a las concentración del sustrato y catalizador (enzima), de igual manera se identifica que la reacción es dependiente de la cantidad de enzima presente, aunque la concentración de este sea menor que la del sustrato, otro rasgo a considerar es la obtención del producto ya que es la unión entre el sustrato y la enzima, por lo tanto, la velocidad de formación del producto es dependiente de la concentración de la enzima en la reacción. (Horton, Moran, & González, 2008)

Otro factor para tener en cuenta es en cuanto a que algunas variables afectan las condiciones de la actividad enzimática, por tal sentido estas variables termodinámicas pueden favorecer la reacción enzimática, estas condiciones o variables son concentración de sustrato o enzima, pH, Cofactores, temperatura, inhibidores, fuerzas iónicas y presión (Carbonero Zalduegui, 1975), con la finalidad de reconocer la regulación enzimática y así poder concretar la especificidad de la enzima analizada.

Por lo anterior se reconoce las reacciones realizadas por el sustrato de acuerdo con el modelo de Michaelis - Menten el cual proporciona uno del mecanismo más sencillo para comprender las reacciones enzimáticas, por ello se identifica que se forma reversiblemente un complejo entre el sustrato y enzima, en donde es una reacción irreversible por tal sentido este complejo para dar un producto o regenerar la enzima libre, cómo se puede observar en la ilustración, también se debe considerar que las reacciones enzimáticas disminuyen su velocidad, conforme se aproximan al equilibrio, o cuando la cantidad de producto aumenta ya que en el sistema hay mayor cantidad de enzima y por lo tanto hay mayor formación de complejo enzima producto, se debe considerar que cuando hay una disminución en actividad enzimática, es cuando se observa una inhibición reversible, en cambio que cuando hay una inactivación esta reacción es irreversible. (Carbonero Zalduegui, 1975)

Secuencia de actividades

En esta unidad didáctica se contempla la utilización de siete actividades las cuales se caracterizan de forma prácticas y teórica enfocadas desde la bioquímica en alimentos, con la finalidad para que la intervención tenga una durabilidad de cuatro secciones cada una de dos horas, este material está orientado para una población universitaria que se encuentre cursando el nivel de profundización del programa de licenciatura de química o afines a esta área, a continuación se describe las actividades planteadas para la intervención y utilización de esta unidad didáctica.

1. Prueba de entrada y de cierre
2. Clase magistral (utilización de una presentación)
3. Actividad 1 (taller individual)
4. Actividad 2 (taller grupal)
5. Actividad 3 (cuestionario grupal)

6. Laboratorio virtual de respiración
7. Laboratorio sobre respiración (método pentekoffer)

Recursos y materiales

Los recursos utilizados en las actividades planteadas en la realización de esta unidad didáctica cuentan con la utilización de televisor o proyector, programas informáticos como Excel, presentación PowerPoint, laboratorios virtuales o simuladores e internet, así mismo es necesario contar una estructura básica para la realización de laboratorio a nivel presencial.

Cronograma

Por lo anterior se presenta una distribución cronológica para la aplicación de los instrumentos utilizados durante el tiempo descrito en esta unidad didáctica y los espacios de aplicación para cada actividad propuesta las cuales serán descritas en el siguiente capítulo.

Actividad	Dia			
	1	2	3	4
Prueba de entrada				
Clase magistral				
Actividad 1				
Actividad 2				
Actividad 3				
Laboratorio 1				
Laboratorio 2				
Prueba de cierre				

Fuente propia

Aplicación de la secuencia de actividades

Prueba de entrada y de cierre

Introducción

La prueba de entrada y de cierre tiene como finalidad identificar los conceptos básicos que tiene la población de estudiantes con la finalidad de que con la aplicación de las demás actividades se genere un mayor aprendizaje de los temas.

Objetivos específicos

- Identificar los conceptos previos de la población de estudiantes con los que se va a implementar la unidad didáctica
- Determinar el proceso de aprendizaje de la población de estudiantes

Instrumento

Prueba de entrada

Semestre

Nombre

5. Que se entiende por cinética química
6. De las siguientes opciones cual define a un catalizador
 - a. Son compuestos que intervienen en la velocidad de una reacción sin que se consuman en el proceso
 - b. Son compuestos que pueden aumentar o disminuir la velocidad de una reacción
 - c. Son compuestos que pueden aumentar o disminuir la velocidad de una reacción sin que se consuman en el proceso
 - d. Son compuestos que pueden aumentar la velocidad de una reacción sin que se consuman en el proceso
7. Defina que es la velocidad de reacción
8. Con los siguientes conceptos realice un diagrama articulando todos los conceptos y si considera necesario utilizar más palabras las podrá utilizar
 - a. Energía
 - b. Termodinámica
 - c. Energía de activación
 - d. Catalizadores
 - e. Enzimas
 - f. Reacción bioquímica

Como se evalúa

Esta actividad se evalúa de acuerdo a una escala de valoración la cual se podrá observar en la tabla 1 con los criterios definidos para cada pregunta los cuales se comprende en el siguientes excelente para aquellos que la respuesta sea coherente, bueno para aquellos que tienen idea pero no está completa, regular para los que no tiene idea clara, esto es para el punto 1 y 3, en el caso del punto 2 es de opción múltiple con única respuesta y para el punto 4 será evaluado por medio de

un rubrica de evaluación el cual se observara en la tabla 2, se tiene en cuenta la utilización de todos los conceptos, de igual forma debe contener un orden coherente en la distribución del diagrama.

Tabla 13. Rubrica para evaluar pre4guntasb abiertas.

Pregunta	Excelente (4)	Sobresaliente (3)	Deficiente (2)	Insuficiente (1)
Que se entiende por cinética química (x 2,5)	Genera una explicación adecuada, coherente mencionando características importantes con citas bibliográficas	Genera una explicación adecuada, coherente mencionando características importantes y no proporciona citas bibliográficas	Genera una explicación adecuada, no menciona características importantes y no proporciona citas bibliográficas	La respuesta no proporciona ninguna característica de la pregunta, no es clara ni coherente
Defina que es la velocidad de reacción (x 2,5)	Genera una explicación adecuada, coherente mencionando características importantes, con citas bibliográficas y proporciona ejemplos	Genera una explicación adecuada, coherente mencionando características importantes y no proporciona citas bibliográficas, ni ejemplos	Genera una explicación adecuada, no menciona características importantes y no proporciona citas bibliográficas, ni ejemplos	La respuesta no proporciona ninguna característica de la pregunta, no es clara ni coherente

Fuente: tomado y adaptado de (Aranda, 2021)

Tabla 14. Rubrica para evaluar los criterios que debe contener los esquemas.

Criterios	Excelente (4)	Sobresaliente (3)	Deficiente (2)	Insuficiente (1)
Organización (x 1,1)	El esquema se desarrolla en más de tres ramas, mediante la utilización de flechas o llaves. La orientación es horizontal, para aprovechar de manera eficiente y con gran claridad.	El esquema se desarrolla en tres ramas, mediante la utilización de flechas o llaves. La orientación es horizontal, con el objetivo de exponer las ideas con claridad y limpieza.	El esquema se desarrolla tres ramas, mediante la utilización de flechas. La orientación es horizontal para aprovechar el espacio de manera eficiente.	El esquema se desarrolla en menos de tres ramas, sin la utilización de flechas o llaves. La orientación es horizontal, pero no aprovecha de manera eficiente el espacio, en algunos puntos resulta confuso.
Información (x 1,2)	Utiliza todos los conceptos proporcionados de forma adecuada, con la brevedad, precisión y rigor idóneos	Utiliza todos los conceptos proporcionados de forma adecuada con la brevedad, precisión y rigor necesarios	Utiliza 4 a 5 conceptos proporcionados de forma adecuada con brevedad, pero algunos necesitan mayor precisión y rigor.	No utiliza todos los conceptos proporcionados de forma adecuada
Presentación (x 0,8)	Realiza muy buena letra, sin ningún tachón, a la vez que aprovecha los espacios en blanco y respeta los márgenes de la página.	Realiza buena letra y respeta los márgenes, a pesar de algún tachón aislado o no aprovechamiento de un espacio en blanco.	Realiza buena letra y respeta los márgenes, aunque haga unos pocos tachones o no aproveche todos los espacios en blanco.	No suele hacer buena letra, no respeta siempre los márgenes, realiza numerosos tachones y no tiene por costumbre aprovechar los espacios en blanco.

Relación entre conceptos (x 1,1)	Los conceptos se relacionan entre sí de forma ejemplar, mediante bifurcaciones, ejemplos y flechas que los conectan con otras ideas afines e indican el tipo de relación que mantienen.	Los conceptos se relacionan entre sí de manera muy eficiente, mediante bifurcaciones, ejemplos y flechas que los conectan con otras ideas afines.	Los conceptos se relacionan entre sí mediante bifurcaciones, ejemplos y flechas que los conectan con otras ideas afines.	Los conceptos se relacionan entre sí mediante bifurcaciones, pero no con ejemplos y flechas que los conecten con otras ideas afines.
Ortografía (x 0,8)	Respetar las normas de ortografía de la RAE sobre acentuación, puntuación y uso de las mayúsculas, incluidas aquellas que son menos populares y que no se requieren como elementales, así como las recomendaciones de estilo.	Respetar las normas de ortografía de la RAE sobre acentuación, puntuación y uso de las mayúsculas, incluidas aquellas que son menos populares y que no se requieren como elementales.	Respetar las normas elementales de ortografía de la RAE sobre acentuación, puntuación y uso de las mayúsculas, para escribir textos correctos.	No respeta algunas de las normas más elementales de ortografía de la RAE sobre acentuación, puntuación y uso de las mayúsculas.

Fuente: tomado y modificado de (Hesse, 2020)

Actividad 1. Clase magistral

Introducción

En esta actividad será realizada por medio de una presentación en el formato de PowerPoint la cual será anexado el vínculo para acceder a la presentación completa, con la finalidad de explicar teóricamente cada concepto teórico que será abordado por las siguientes temáticas: carbohidratos, respiración, cinética enzimática, con la finalidad de explicar la relación de cómo se puede realizar un estudio cinético de un alimento y analizarlo desde el punto de vista alimenticio.

Objetivos específicos

- Identificar los conceptos básicos de la cinética enzimática
- Reconocer los conceptos relacionados con carbohidratos y respiración celular
- Identificar las funciones de las enzimas que intervienen durante el proceso de respiración y cómo se relacionan en un estudio cinético

Instrumento

A continuación, se anexa la presentación realizada para la intervención de esta actividad propuesta.

Estudio cinetico enzimatico

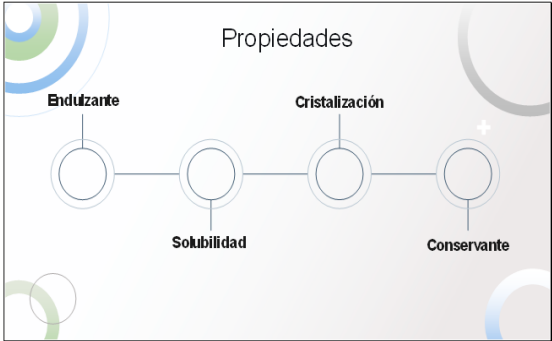
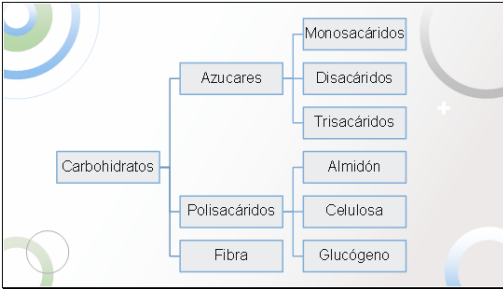
Jeimy Tatiana Guerrero Garcia
 Universidad Pedagogica Nacional
 Departamento de quimica
 Licentura en quimica

TABLA DE CONTENIDO

01	02
Carbohidratos	Respiración
03	04
Cinetica enzimatica	Laboratorio

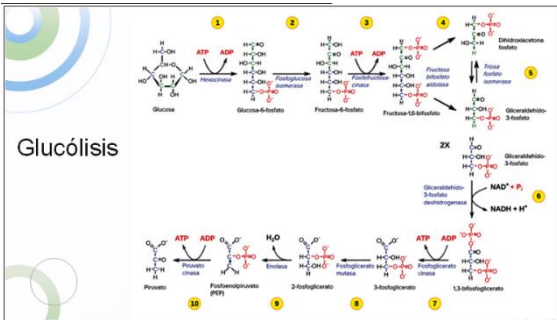
01

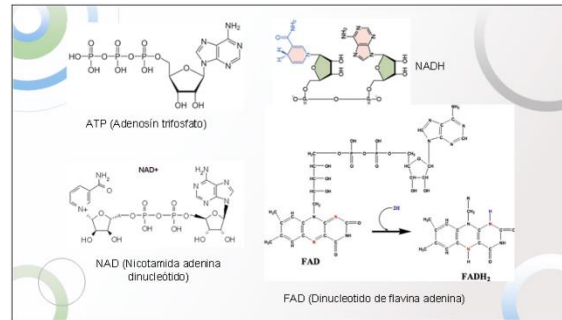
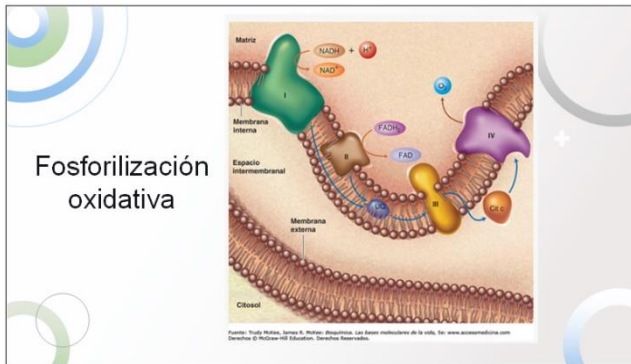
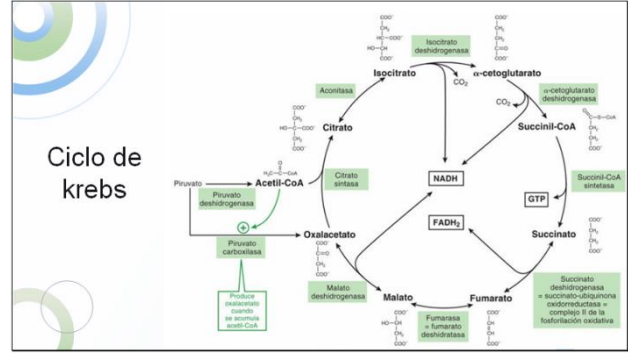
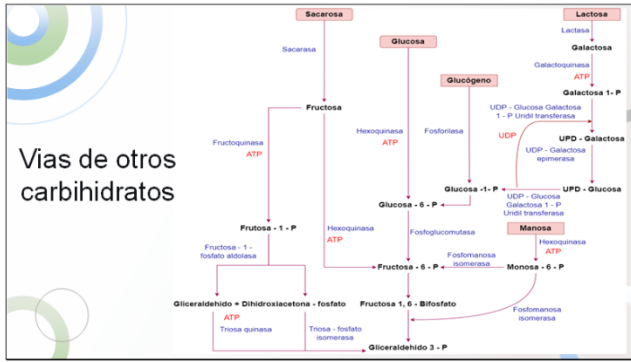
Carbohidratos



02

Respiración





Balance energetico

Balance de la glucólisis

$$\text{Glucosa} + 2 \text{ADP} + 2 \text{NAD}^+ + 2 \text{P} \rightarrow 2 \text{piruvato} + 2 \text{ATP} + 2 \text{NADH} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{H}_2\text{O}$$

$$2 \text{Acido pirúvico} + 2 \text{NAD}^+ + 2 \text{CoASH} \rightarrow 2 \text{Acetil CoA} + 2 \text{NADH} + \text{H}^+ + 2 \text{CO}_2$$

Balance del ciclo de Krebs

$$2 \text{Acetil CoA} + 6 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{NAD}^+ + 2 \text{FAD} + \text{P} + 2 \text{ADP} \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 6 \text{NAD}^+ + 6 \text{H}^+ + 2 \text{ATP} + 2 \text{CoASH} + 2 \text{GTP}$$

Rendimiento total

$$\text{Glucosa} + 6 \text{O}_2 + 38 \text{ADP} + 38 \text{P} \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} + 38 \text{ATP}$$

03

Cinetica enzimatica

cinética

Cinética	Termodinámica química	Velocidad
<ul style="list-style-type: none"> Estudio de la velocidad a la que tienen lugar las reacciones químicas 	<ul style="list-style-type: none"> Determinar si puede tener lugar una reacción química, basándose en el análisis de la temperatura, la concentración y la energía libre estándar de Gibbs de los reaccionantes y los productos 	$A + B \rightarrow C$ $v = -\frac{d[A]}{dt} = -\frac{d[B]}{dt} = k[A][B]$ $V_f = \frac{\Delta C}{t}$ $V = k[A]^m[B]^n$

Enzima

- Proteínas que tienen la capacidad de activación específica.
- Pueden transformar los sustratos en productos
- Son catalizadores biológicos

CINETICA ENZIMATICA

Es el estudio de la actividad enzimática bajo un enfoque cinético

La velocidad de una reacción enzimática esta sujeta a la concentración del sustrato y enzima

La reacción es dependiente de la cantidad de enzima presente

Análisis de los equilibrios y las velocidades de las reacciones que son efectuadas por las enzimas

Los catalizadores aumentan la velocidad de la reacción, pero no modifican el equilibrio de esta

Enzima

Sitio activo
Complejo enzima-sustrato
SUBSTRATO

Ión Metálico
Cocatalina
Apoenzima
Holoenzima

COFACTOR
APOENZIMA
HOLOENZIMA

Tomado de Gómez, A. (2013). Unidad didáctica para la enseñanza de las ciencias apoyada en TIC bajo el modelo constructivista para la comprensión. Bogotá. Trópicos de Maestría, Universidad Nacional De Colombia.

Modelo cinético enzimático

Modelo inducido o koshland

- El sitio activo es una cavidad flexible que al interactuar con el sustrato se adaptan y ajustan a su estructura
- Proteína flexible
- Reacciones multisustrato

Tomado de Gómez, A. (2013). Unidad didáctica para la enseñanza de las ciencias apoyada en TIC bajo el modelo constructivista para la comprensión. Bogotá. Trópicos de Maestría, Universidad Nacional De Colombia.

Modelo cinético enzimático

Modelo de Llave candado o Fischer

- Tienen una relación estructural complementaria entre enzima - sustrato
- Proteína rígida

Tomado de Gómez, A. (2013). Unidad didáctica para la enseñanza de las ciencias apoyada en TIC bajo el modelo constructivista para la comprensión. Bogotá. Trópicos de Maestría, Universidad Nacional De Colombia.

Modelo de michaelis menten

$$V_p = k_2 \cdot [ES]$$

$$[E]_T = [E] + [ES]$$

$$K_m = \frac{[E] + [ES]}{[E] + [S]}$$

$$([E]_T - [ES]) + [S] = K_m \cdot [ES]$$

$$([E]_T + [S]) + [S] = K_m \cdot [ES]$$

$$[E]_T + [S] = [ES] + K_m \cdot [ES]$$

$$[E]_T + [S] = [ES] \cdot (1 + K_m)$$

$$\frac{[E]_T + [S]}{1 + K_m} = [ES]$$

Tomado de Muñoz & Muñoz, (2016) velocidad inicial y concentración de sustrato. Los bases moleculares de la vida. McGraw Hill

Modelo de michaelis menten

Estado estable

Tomado de Muñoz & Muñoz, (2016) velocidad inicial y concentración de sustrato. Los bases moleculares de la vida. McGraw Hill

$$V_p = V_d$$

$$k_1 \cdot [E] + [S] = k_2 \cdot [ES] + k_3 \cdot [ES]$$

$$[E]_T = [E] + [ES]$$

$$[E] = [E]_T - [ES]$$

$$k_1 \cdot ([E]_T - [ES]) + [S] = k_2 \cdot [ES] + k_3 \cdot [ES]$$

$$k_1 \cdot ([E]_T - [ES]) + [S] = [ES] \cdot (k_2 + k_3)$$

$$\frac{([E]_T - [ES]) + [S]}{[ES]} = \frac{(k_2 + k_3)}{k_1}$$

$$V = K_m$$

$$\frac{([E]_T - [ES]) + [S]}{[ES]} = K_m$$

Modelo de michaelis menten

Unión del sustrato Etapa catalítica

$$V_p = k_1 \cdot [E] \cdot [S]$$

$$V_d = k_2 \cdot [ES]$$

$$V_d = k_3 \cdot [ES]$$

Estado de transición (EP)
Energía Libre, G
Coordenada de la reacción

Tomado de Gómez, A. (2013). Unidad didáctica para la enseñanza de las ciencias apoyada en TIC bajo el modelo constructivista para la comprensión. Bogotá. Trópicos de Maestría, Universidad Nacional De Colombia

$$V_1 = V_2$$

$$V_2 = k_2 \cdot [ES]$$

$$V_2 = k_2 \cdot \left(\frac{[E]_T \cdot [S]}{[S] + K_m} \right)$$

$$V_2 = k_2 \cdot [E]_T \cdot \frac{[S]}{[S] + K_m}$$

$$\frac{1}{V} = \frac{V_{max} + [S]}{V_{max} \cdot [S]}$$

$$\frac{1}{V} = \frac{K_m}{V_{max} \cdot [S]} + \frac{1}{V_{max}}$$

Modelo de michaelis menten

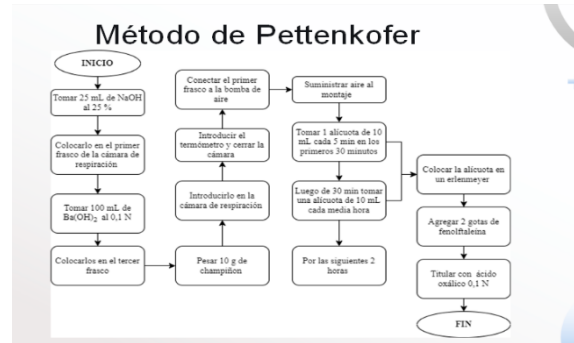
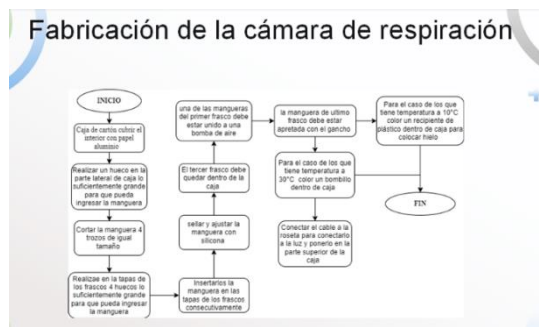
Tomado de Muñoz & Muñoz, (2016) velocidad inicial y concentración de sustrato. Los bases moleculares de la vida. McGraw Hill

$$\frac{1}{V} = \frac{[S] + K_m}{V_{max} \cdot [S]}$$

$$\frac{1}{V} = \frac{K_m}{V_{max} \cdot [S]} + \frac{1}{V_{max}}$$



04 Laboratorio



Bibliografía

- Cómez, A. d. (2013) Unidad didáctica para la enseñanza de las enzimas apoyada en TIC bajo el modelo enseñanza para la comprensión. Bogotá. Tesis de Maestría, Universidad Nacional De Colombia.
- Higdon, J., Delage, B., Angelo, G., Drake, V. J., Shimazaki, N. T., & Sandoval, G. (2012). Oregon State University, *Vitamina C*. Obtenido de Oregon State University, Vitamina C: <https://lpi.oregonstate.edu/es/mic/vitaminas/vitamina-c/autores-2012/>
- Vilagrán, M., Muñoz, M., Díaz, F., Troncoso, C., Celis-Morales, C., & Mardones, L. (2019). Una mirada actual de la vitamina C en salud y enfermedad. *Revista chilena de nutrición*.
- Gonzalez, L., Hernández, L., & Morquí, T. (2020). Enseñanza aprendizaje de los conceptos coenzima y apoenzima asociados al estudio de actividad enzimática: una mirada desde el modelo de aprendizaje basado en problemas mediante la metodología flipped classroom. Bogotá. Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional.

Como se evalúa

Esta actividad será evaluada por medio de las siguientes actividades propuestas es decir la actividad 1, actividad 2, actividad 3 y la realización de los laboratorios propuestos, con el fin de que los estudiantes obtengan un aprendizaje significativo por medio de la utilización de actividades enfocadas en la metodología ABP, con la utilización de aspectos teóricos presentados durante la presentación en la clase (Serrano, Restrepo, & Posada, 2012).

Actividad 2.

Introducción

La actividad 1 consta de dos preguntas enfocadas en la metodología ABP, con la finalidad de acercar al estudiante como el alimento afecta o ayuda en el proceso metabólico, de igual manera se propone que esta actividad sea aplicada de manera individual después de la clase magistral.

Objetivos específicos

- Reconocer como la comida puede afectar el proceso metabólico
- Identificar como la alimentación ayuda a prevenir o controlar algunas enfermedades

Instrumento

Cuáles son los cuidados de la diabetes

Nombre

La diabetes en la actualidad es una enfermedad la cual ha aumentado su impacto en la salud pública, ya que en los últimos años ha aumentado los casos de pacientes con esta enfermedad a nivel global, por lo tanto, el consumo de alimentos adecuados para mejorar la nutrición en este paciente es uno de los tratamientos más efectivos para el control de esta enfermedad con el fin de optimizar el control metabólico reduciendo las complicaciones que conlleva esta enfermedad, ya que la insulina es la hormona que regula la cantidad de glucosa en la sangre. (López, Medina, Gutiérrez, & Soto, 2014)

1. Proponga una dieta adecuada para el consumo en este tipo de población.
2. Realice un mentefacto en donde identifique como la diabetes afecta el metabolismo

Como se evalúa

Esta actividad será evaluada por medio la comparación entre alimentos reportados de los estudiantes con los suministrados en la tabla 3, además los estudiantes deben reportar la dieta en forma de tabla ya sea de formato semanal o diario y la bibliografía utilizada esta debe ser de un instituto de salud o dado por alguna organización sanitaria pública y en cuanto a la forma de evaluar el mentefacto se realizara por medio comparación con el mentefacto de referencia proporcionado en la imagen 1, se tiene en cuenta que los aspectos más relevantes a evaluar son estructura y contenido teórico, el cual debe estar referenciado o reportar la

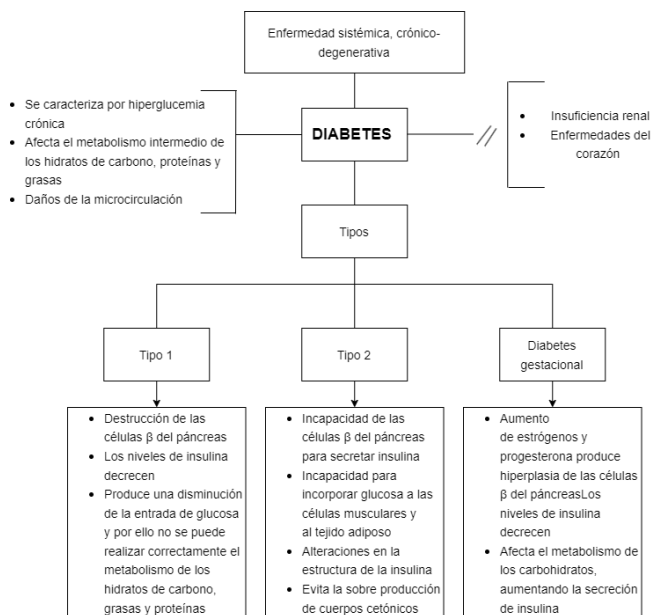
bibliografía utilizada, cada punto tiene un valor de 2,5 puntos para que la actividad tenga un valor global de 5.0 puntos.

Tabla 15. Lista de alimentos para diabéticos

Verdura	Fruta	Granos	Proteína	Lácteos
Zanahoria	Naranja	Arroz integral	Pollo	Leche
Brócoli	Fresas	Avena integral	Pescado	Yogurt
Pimentón	Manzana	Pasta integral	Huevos	Queso bajo en grasa
Tomate	Bananos	Cebada		
Arveja	Melón	Quina		
Vegetales de hojas verdes		Tortillas integrales		

Fuente: Tomado de (NIDDK, 2016)

Imagen 1. Mentefacto de referencia-



Fuente: tomado y modificado de Guzmán Juárez, N., & Madrigal Bujaidar, E. (2003). Revisión de las características clínicas, metabólicas y genéticas de la diabetes mellitus. *Bioquímica*.

Actividad 3.

Introducción

En cuanto a esta actividad consta en el adecuado manejo numérico y determinación del K_m y V_m con el fin de reconocer el uso adecuado de herramientas informáticas, así como un adecuado análisis de reacciones en procesos metabólicos para identificar la finalidad de estudios enzimáticos.

Objetivos específicos

1. Reconocer las ecuaciones para determinar la constante de Michaelis menten (K_m) y la velocidad máxima.

Instrumento

Estudio cinético del proteoliposomas

Nombre

Fecha

El transporte mitocondrial de citrato es un intermediario esencial en el metabolismo de los carbohidratos (Silva & Chávez, 2013), ya que el piruvato producto del glucolisis es convertido en acetil CoA por medio del complejo piruvato deshidrogenasa, sin embargo, la membrana interna mitocondrial es impermeable a este producto, por lo cual el traspaso al citosol es realizado por medio de la lanzadera de citrato (Müller-Esterl, 2008)

La lanzadera del citrato consiste en introducir el malato al interior de la mitocondria a la vez que envía el citrato hacia el citosol, en donde se sintetiza el malato junto con el citrato y serán transportados como una proteína integral, por lo cual consiste en que citrato se desplaza hacia el citoplasma, el cual se rompe para formar acetil coA y oxaloacetato, la enzima encargada de catalizar esta reacción es la ATP citrato liasa, la síntesis del citrato es una reacción exergónica, por lo cual la ruptura de enlace energético del acetil coA requiere la intervención del ATP permitiendo la regeneración del acetil coA en el citoplasma, por su parte el oxaloacetato se reduce a malato a través del malato deshidrogenasa el cual es devuelto a la mitocondria complementando el ciclo. (Müller-Esterl, 2008)

Por lo anterior se realizó un estudio cinético en proteoliposomas el cual es un modelo de membrana utilizado para realizar estudios estructurales y funcionales de proteínas aisladas, los resultados obtenidos durante este estudio se observan en la siguiente tabla,

[Citrato] mM	Velocidad (mmol*min ⁻¹ mg proteína ⁻¹)
0,1	200
0,2	385
0,3	518
0,4	721
0,5	800
1	1050
2	1100
3	1220
4	1190

Tomado de Silva, E. L., & Chávez, R. J. (2013). Comparación de los diferentes métodos de análisis cinéticos para determinar el tipo de inhibición de dos compuestos. *REB. Revista de educación bioquímica*.

2. Elabore las gráficas de velocidad vs concentración y 1/velocidad vs 1/concentración
3. Determine la constante de Michaelis menten (Km) y la velocidad máxima.
4. Realice una conclusión sobre el estudio cinético enzimático

Como se evalúa

Esta actividad se evalúa en los dos primeros puntos de forma comparativa con los resultados obtenidos en la realización de la actividad, con respecto a los gráficos debe ser proporcionados por los estudiantes y los resultados del constante de Michael Michaelis menten (km) debe tener un valor de 0,6667 y Velocidad máxima debe dar 1666,7 y con respecto a la última pregunta esta será evaluada de acuerdo con una rubrica de evaluación tabla 4, esta cuenta con una escala de valoración la cual excelente para aquellos que la respuesta sea coherente para la conclusión, sobresaliente para aquellos que tienen idea pero presenta incoherencia, deficiente para aquellos que presenta una idea muy superficial , pero no está completa, deficiente para los que no tiene idea clara en las conclusiones. Por último, los dos primeros ítems tienen un valor de 17 puntos y el tercer punto tiene un valor de 16 puntos, para tener un puntaje global de 50 puntos.

Tabla 3. Rubrica para evaluar la conclusión de la actividad 2

Criterio	Excelente (4)	Sobresaliente (3)	Deficiente (2)	Insuficiente (1)
Información (x1,6)	Utiliza información adecuada de forma clara y concisa durante el análisis, así como referencias bibliográficas	Utiliza información clara durante el análisis, pero no proporciona bibliografía	Utiliza poca información durante el análisis, no hace comparaciones ni utiliza referencias bibliográficas	Utiliza poca información, de forma enredada y de difícil comprensión durante el análisis, no hace comparaciones ni utiliza referencias bibliográficas
Relación con los resultados (x1,6)	Realiza relaciones con los resultados obtenidos con referentes teórico-ade cuados enfocados a artículos científicos	Realiza relaciones con los resultados obtenidos con referentes teórico	Realiza relaciones con los resultados sin referentes teóricos	Las relaciones de los resultados no son adecuadas ni utiliza referentes teóricos
Ortografía (x 1,6)	Respet a las normas de ortografía, la puntuación y uso de las mayúsculas,	Respet a las normas de ortografía, utiliza la puntuación y uso de las mayúsculas,	Respet a las normas elementales de ortografía, la acentuación, puntuación y uso de las mayúsculas, para escribir textos correctos.	No respet a algunas de las normas más elementales de ortografía la acentuación, puntuación y uso de las mayúsculas.

Fuente: Autor

Actividad 4.

Introducción

Esta actividad tiene como propósito mejorar la utilización y manejo de herramientas informáticas, así como ayudar a mejorar la comprensión de los temas relacionados con cinética enzimática y el manejo de ecuaciones matemáticas para la comprensión del K_m y V_m .

Objetivos específicos

- Reconocer las ecuaciones para determinar la constante de Michaelis menten (K_m) y la velocidad máxima.

Instrumento

Taller sobre cinética enzimática

Nombre

1. Desde hace un tiempo se identifica que la intolerancia a algunos carbohidratos son un problema para la población infantil, ya que este

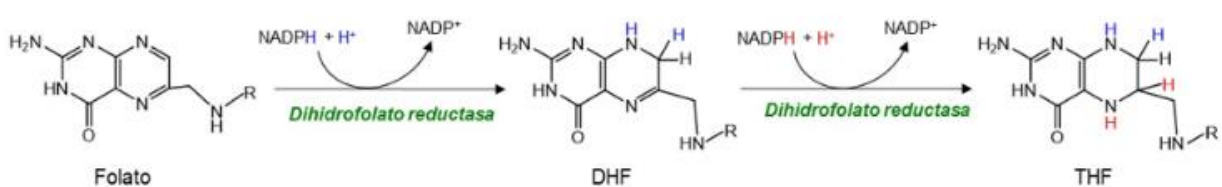
macronutriente representa la principal fuente energética generando el aporte calórico esencial para el crecimiento de esta población (Alliende, 2007), por lo cual realice un mapa conceptual identificando cuales son los carbohidratos que causan dicha problemática, así como las causas y las consecuencias adquiridas en el metabolismo.

2. La enzima *dihidrofolato reductasa* (DHFR) hace parte de la producción de tetrahidrofolato (THF), el cual es un cofactor esencial para la síntesis de ciertos metabolitos indispensables para las células. Esta enzima la puede producir la mayoría de las bacterias y plantas por biosíntesis de *ново* a partir del ácido p-aminobenzoico, en algunas bacterias y células de mamíferos, la producción de folatos depende de fuentes externas obtenidas a partir de la dieta y posee vías alternas para reducir folatos, purinas y pirimidinas (Zabala, Echavarría, & Martínez, 2008)

Por lo anterior se realiza un estudio cinético enzimático con la finalidad de valorar la reacción en la que interviene la enzima de DHFR para diversas concentraciones del sustrato. Los resultados obtenidos son los siguientes:

1/[DHF]mM	1/V(min/UA)
0,0	500
0,3	600
0,5	700
0,8	800
1,0	1000

Tomado de Diego, Z., Bibiana, E., & Alejandro, M. (2008). ACTIVIDAD INHIBITORIA SOBRE LA ENZIMA DIHIDROFOLATO REDUCTASA DE EXTRACTOS DE ESPONJAS MARINAS DEL GOLFO DE URABÁ. *Vitae*.



Tomado de salamanca, u. d. (2018). *ELABORACIÓN DE GUIONES PARA EL ESTUDIO INTERACTIVO DE LA RELACIÓN ESTRUCTURA-FUNCIÓN DE PROTEÍNAS*.

- a. Elabore las gráficas 1/concentración vs 1/velocidad

- b. Determine la constante de Michaelis menten (Km) y la velocidad máxima

Como se evalúa

Esta actividad se evalúa en el primer punto con base a la tabla 4 en esta se tiene la siguiente escala de valoración excelente, sobresaliente, deficiente e insuficientes y cuenta con cinco criterios para evaluar el mapa mental, en cuanto al segundo puntos se evaluara de forma comparativa con los resultados obtenidos en la realización de la actividad, con respecto a los gráficos debe ser proporcionados por los estudiantes y los resultados del constante de Michaelis menten (km) debe tener un valor de 1,0027 y Velocidad máxima debe dar 0,0021, por lo cual cada pregunta tiene un valor de 15 puntos para obtener un valor general de 30 puntos para la segunda pregunta. Así obteniendo una valoración global de 50 puntos para esta actividad.

Tabla 4. Rubrica para evaluar el mapa conceptual

criterio	Excelente (4)	Sobresaliente (3)	Deficiente (2)	Insuficiente (1)
Organización (x 1)	Presenta estructura jerárquica compleja y equilibrada, con una organización clara y fácil interpretación	Presenta una estructura jerárquica clara, equilibrada pero un tanto simple o un poco desequilibrada pero clara y fácil de interpretar	Presenta una estructura jerárquica clara pero no equilibrada o una apariencia equilibrada, pero en exceso simple o un tanto desordenada	Mapa lineal, con varias secuencias de oraciones largas hacia los lados o hacia abajo, o bien presenta una estructura desorganizada
Relaciones entre concepto (x 1)	Identifica todos los conceptos importantes y demuestra un conocimiento de las relaciones entre estos	Identifica conceptos importantes, pero realiza algunas conexiones erróneas	Realiza muchas conexiones erróneas	Es incapaz de establecer relaciones entre conceptos de forma correcta
Palabras de enlace (x 1)	Las palabras de enlace se utilizan de forma correcta y enriquece las proposiciones	La mayoría de las palabras de enlaces son significativas	Se combina algunas palabras de enlace significativas con otras que no lo son tanto	Las palabras de enlacen se repiten y son poco significativas
Enlaces cruzados (x 1)	Integra enlaces cruzados que unen conceptos y de ellos resultan proposiciones	Muestra solo algunos enlaces cruzados	Presenta enlaces cruzados irrelevantes respecto al tema principal	Mo existen enlaces cruzados
Recursos (x 1)	Presenta más de 5 recursos asociado. Son de tipología variada y están relacionados con el concepto al que se asocian	Presenta entre 3 y 5 recursos asociados. Son de tipología variada y están relacionados con el concepto al que se asocian	Presente entre 1 y 2 recursos asociados en su mayoría imágenes	No aporta ningún recurso o bien estos no están relacionados con el concepto al que se asocian

Fuente: tomado y modificado de (Garcia & Arabí, 2012)

Laboratorio virtual de respiración

Introducción

La realización del laboratorio virtual tiene como objetivo mejorar la utilización de herramientas informáticas, así como ayudar a mejorar la comprensión de los temas relacionados con cinética enzimática y respiración celular con respecto a los alimentos, para este caso esta actividad en el cronograma propuesto será realizada en el segundo día con el fin de demostrar de forma práctica las temáticas vistas.

Objetivos específicos

- Determinar la tasa de respiración en frutas y verduras, teniendo en cuenta el catabolismo de los carbohidratos

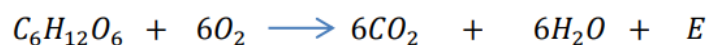
Instrumento

A continuación, se anexa la guía de laboratorio virtual para la intervención de esta actividad propuesta tomado de Cepeda, R. R. (2021). TASA DE RESPIRACIÓN EN FRUTAS Y VERDURAS. Bogota

TASA DE RESPIRACIÓN EN FRUTAS Y VERDURAS ÉNFASIS DISCIPLINAR EN QUÍMICA E INDUSTRIA DE ALIMENTOS Por: prof. Rodrigo Rodríguez Cepeda

OBJETIVO: El objetivo del presente laboratorio es determinar la tasa de respiración en frutas y verduras, teniendo en cuenta el catabolismo de los carbohidratos, el cual inicia con el glicólisis, luego la producción de CO₂ en el ciclo de Krebs y finaliza con el proceso de transporte de electrones para producir energía química en forma de ATP y calor, todos estos pasos están mediados por enzimas.

ASPECTO TEÓRICO: El proceso de respiración es un proceso vital que se lleva a cabo en la mitocondria de la célula. Esta reacción de oxidación – reducción se basa en la degradación de polisacáridos menores, disacáridos y monosacáridos en dióxido de carbono, agua y energía química, representada en ATP y calor, mediado por enzimas, la reacción más simple que representa este proceso es:



Bajo este contexto, es posible realizar estudios de respiración, en los cuales se puede determinar la tasa de respiración en términos de consumo de oxígeno o producción de dióxido de carbono, con esta tasa de respiración, es posible hacer estudios de cinética enzimática de respiración que dependerá de las características propias de la fruta o verdura, y de las condiciones ambientales.

Otro indicador de respiración importante es el índice de respiración (RQ, o, IR) el cual relaciona el CO₂ producido y el O₂ consumido durante la metabolización de nutrientes (Carbohidratos, lípidos y proteínas):

$$RQ = \frac{\text{Volumen de CO}_2 \text{ producido}}{\text{Volumen de O}_2 \text{ consumido}}$$

$$RQ = \frac{\text{gramos de CO}_2 \text{ producido}}{\text{gramos de O}_2 \text{ consumido}}$$

Algunos factores que afectan la respiración son:

- Temperatura: a temperatura muy alta, la frecuencia respiratoria disminuye con el tiempo, y a muy baja temperatura, la frecuencia respiratoria es insignificante. La temperatura óptima para la respiración es de 20-30 °C.
- Concentración de CO₂: El aumento en la concentración de dióxido de carbono y la ausencia de oxígeno afecta negativamente la tasa de respiración aeróbica.
- Agua: la frecuencia respiratoria aumenta con el aumento del contenido de agua del organismo que respira.
- Luz: la luz controla la respiración al elevar la temperatura de un organismo.

Materiales, reactivos y procedimiento:

<http://amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=17&sim=204&cnt=4>

Resultados:

- Fijar: tipo (trigo, maní, mostaza, garbanzo, frijol), número de semillas y la temperatura

Semilla	No de semillas	T °C	Tiempo min	V mL
			0	
			15	
			30	
			45	
			60	
			75	
			90	
			105	
			120	

- Mantener el mismo tipo (trigo, maní, mostaza, garbanzo, frijol) y número de semillas que, en el punto anterior, variar la temperatura y mantenerla constante

Semilla	No de semillas	T °C	Tiempo min	V mL
			0	
			15	
			30	
			45	
			60	
			75	
			90	

			105	
			120	

- c. Fijar el tiempo donde el volumen es constante, mantener el tipo de semilla y variar la temperatura.

Semilla	No de semillas	t min.	Temperatura °C	V mL
			5	
			15	
			25	
			35	

- d. Fijar el tiempo y la temperatura donde el volumen es alto y constante, mantener el tipo de semilla y variar el número de semillas. Semilla Temperatura °C t min. Número de semillas V mL 10 20 30 40 50

Semilla	Temperatura °C	t min.	Numero de semillas	V mL
			10	
			20	
			30	
			40	
			50	

- e. Elabore un estudio cinético de respiración donde establezca la relación de las variables tiempo, temperatura y número de semillas, elabore las gráficas que considere pertinentes y proponga una ecuación de velocidad de respiración. La velocidad debe estar en unidades de: moles de CO₂/min.
- f. Determine el QR máximo.
- g. Proponga la KM y Vmax
- h. Analice todos los resultados

Como se evalúa

Se evaluará esta actividad por medio de comparación de los resultados obtenidos en donde los puntos a, b, c, d, se proyectó los resultados obtenidos en cada punto, en el punto e se evaluara a través de la comparación de las gráficas correspondientes, el punto g será evaluado por medio del reporte de los cálculos y el procedimiento matemático para determinar Km, Vm, en el punto f se evaluara comparado el cálculo del índice de respiración, y para análisis de los resultados serán evaluados por medio de la tabla 5.

Tabla 16. Rubrica para evaluar los resultados del laboratorio virtual

Criterio	Excelente (4)	Sobresaliente (3)	Deficiente (2)	Insuficiente (1)
Información (x1,6)	Compara los resultados con referentes bibliográficos, genera	Compara los resultados con referentes bibliográficos, realiza una conclusión clara de	El análisis es claro, pero tiene deficiencia por falta de utilización del	realiza una conclusión breve de los resultados obtenidos pero

	una reflexión de la utilidad o deficiencia del laboratorio, realiza una conclusión clara de los resultados obtenidos	los resultados obtenidos	referente teórico, realiza una conclusión breve de los resultados obtenidos	inconclusa por falta de referentes teóricos.
Ortografía (x 1,6)	Respetar las normas de ortografía, puntuación y uso de las mayúsculas,	Respetar las normas de ortografía, utilizar la puntuación y uso de las mayúsculas,	Respetar las normas elementales de ortografía, la acentuación, puntuación y uso de las mayúsculas.	No respetar algunas de las normas más elementales de ortografía la acentuación, puntuación y uso de las mayúsculas.

Fuente: Autor

Laboratorio sobre respiración (método pentekoffer)

Introducción

La realización del laboratorio tiene como objetivo identificar como se podría realizar un estudio cinético en cualquier alimento, así como ayudar a mejorar la comprensión de los temas relacionados con cinética enzimática y respiración celular, para este caso esta actividad en el cronograma propuesto será realizada en el cuarto día, con la finalidad de identificar que la radiación puede afectar el proceso metabólico de los alimentos.

Objetivos específicos

- Estudiar del efecto de la temperatura en la velocidad y determinar el índice de respiración en una muestra de champiñón, por medio de la fabricación artesanal de una cámara de respiración.
- Estudiar del efecto de la temperatura en la velocidad y determinar el índice de respiración en una muestra de champiñón.

Instrumento

A continuación, se anexa la guía de laboratorio para la intervención de esta actividad propuesta, la cual cuenta con dos partes en la primera parte es la fabricación de la cámara y la segunda parte es el montaje pentekoffer.

Guía de fabricación de la cámara de respiración

Objetivo

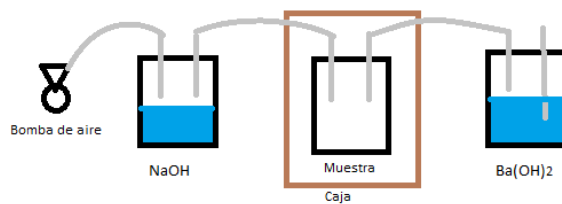
Estudiar del efecto de la temperatura en la velocidad y determinar el índice de respiración en una muestra de champiñón, por medio de la fabricación artesanal de una cámara de respiración.

Materiales

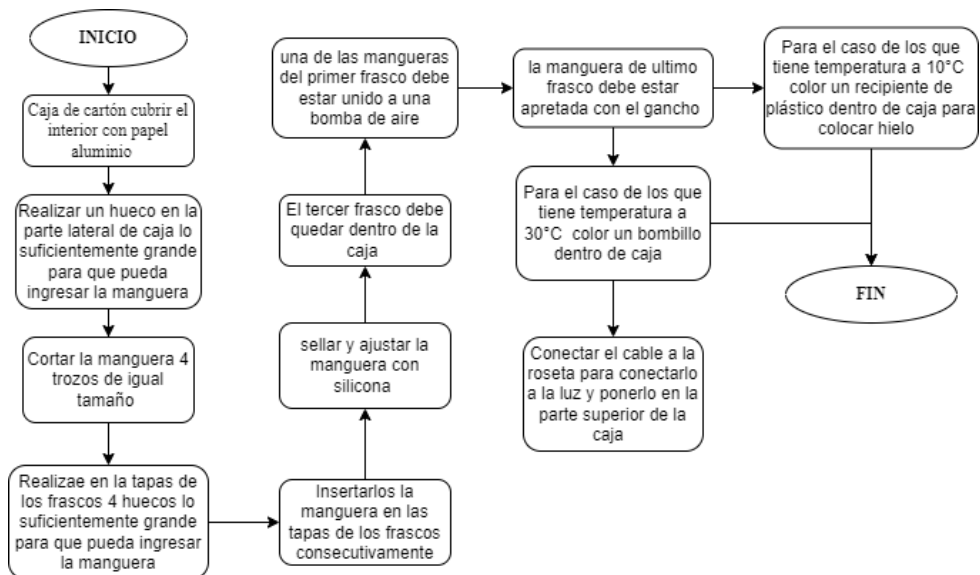
- 3 frascos de vidrio con tapa de 150 g
- 1 m de manguera transparente delgada
- 1 caja pequeña
- Bombillo con roseta pequeño*
- Cable con enchufe
- Tijeras
- Silicona
- Papel aluminio
- 1 gancho para papel
- Recipiente de plástico que quepa dentro de la caja *

Procedimiento

Diagrama del montaje de la cámara de respiración



Fabricación de la cámara de respiración



Guía de laboratorio

Objetivo

Estudiar del efecto de la temperatura en la velocidad y determinar el índice de respiración en una muestra de champiñón.

Materiales

- Espátula
- Vidrio de reloj
- Frasco lavador
- Termómetro
- Bureta 50 mL
- 1 vasos de precipitado 250mL
- 2 vasos de precipitado 100mL
- 7 Erlenmeyer
- Cámara de respiración
- Balanza

Reactivos

- NaOH 25%
- Ba (OH)₂ 0,1 N
- Acido oxálico 0,1 N
- Fenolftaleína

Marco Teórico

Enzimas

Las enzimas en su mayoría son proteínas que actúan como catalizadores, es decir que aceleran o disminuye la velocidad de rompimiento o formación de los enlaces químicos, en reacciones enzimáticas las cuales ocurren en la célula. Así mismo se identifica que las enzimas que actúan en las diferentes reacciones no se consumen, ni se altera. (McKee & McKee, 2016) por otro lado, algunas enzimas necesitan activadores para poder formar el complejo enzima–sustrato. Los cuales se identifican como cofactores, pueden ser iones metálicos o moléculas orgánicas las cuales se conocen como coenzimas. (Bermúdez, Galvis, & Vega, 2015)

Efecto de la temperatura

Los diferentes factores ambientales pueden afectar la actividad enzimática, por lo tanto, en la siguiente práctica se identificará como la temperatura afecta las reacciones enzimáticas. En donde se considera que la variación de la actividad enzimática con la temperatura es diferente de unas enzimas a otras en función de la barrera de energía de activación de la reacción catalizada, en las reacciones catalizadas por enzimas se produce un brusco descenso de la actividad cuando se alcanza una temperatura crítica. Se identifica que la temperatura afecta no sólo a la velocidad de catálisis, sino también a la estabilidad del enzima, al equilibrio de todas las reacciones de asociación/disociación. (Ruiz, Pineda, & Cárdenas., 2013)

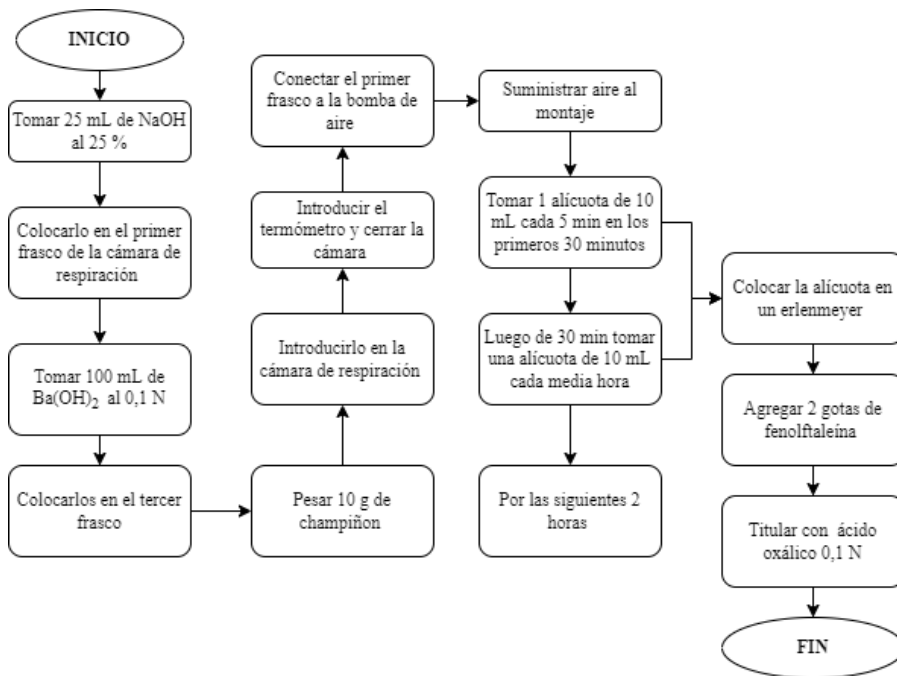
Por otro lado, hay tres razones por las que se estudia el efecto de la temperatura sobre los enzimas: para determinar la estabilidad del enzima, la energía de activación y para determinar la naturaleza química de los grupos pototrópicos del centro activo del enzima. (Fennema & Tannenbaum, 2000)

Medición de la Respiración

Los procesos de respiración son realizados en la célula y los procesos de respiración se identifica como vías metabólicas las cuales son realizadas en todos los organismo, por lo tanto se reconoce que en la naturaleza hay organismos anaerobio y aerobios, para los procesos realizado en organismos aerobios, se realiza en la mitocondria, en el cual la respiración celular conta con tres fases, la primera fase es cuando glucosa, ácido graso y aminoácido se oxidan y forman grupos de acetil coenzima A, la segunda fase es cuando se incorporan al ciclo de ácido cítrico y la última fase es cuando se genera la fosforilación oxidativa. (Nelson & Cox, 2015) y para los organismos anaerobio este proceso de respiración se basa en dos fases principalmente, la primera fase es la glucolisis, la cual consiste en el rompimiento de la glucosa hasta llegar a piruvato con la finalidad de extraer energía durante el proceso, la segunda fase es con respecto a la fermentación este paso tiene dos vía puede ser por ácido láctico y la otra vía es por alcohol esta ruta generalmente la realiza las levaduras y a diferencia de la ruta metabólica realizada por organismos aerobias estos procesos se realizan en el citoplasma también cabe señalar que la cantidad de energía obtenida es menor. (Iwasa & Marshall, 2019)

Procedimiento

Proceso de respiración por el método de Pettenkofer



Cálculos

Intensidad respiratoria

$$IR = \frac{N * v * M}{m * t}$$

Donde

IR: intensidad respiratoria en mgCO₂/Kg*h

N: normalidad del ácido oxálico

V: volumen gastado del ácido oxálico

M: masa molar

m: masa de la muestra

t: tiempo de paso de la atmósfera de respiración a través del Ba(OH)₂

Formato de entrega

Tipo artículo y responder la siguiente pregunta

Considera que la temperatura afecto la respiración del champiñón y la utilización de la lampara UV afecto o mejoro el desempeño de respiración.

Como se evalúa

Se evaluará esta actividad por medio de un artículo tipo revista de artículo científico, en donde se debe proyectar en el documento las fotos del montaje durante la

fabricación de la cámara UV, así como durante el proceso de respiración, además debe contener los cálculos realizados para determinar Km, Vm y las gráficas correspondientes para cada caso, esta actividad será evaluada a través de la tabla 6 contiene la siguiente escala de valoración muy bueno, bueno, regular y deficiente, además cuenta con nueve criterios para evaluar el artículo tanto a nivel estructural como teórico práctico.

Tabla 6. Criterios para evaluar los informes de laboratorio

Criterios	Muy bueno (4)	Bueno (3)	Regular (2)	Deficiente (1)
Resumen (x1)	Presenta brevemente el tema, incluyendo las metodologías y resultados principales, mencionando la relevancia del trabajo. Incluye 4 a 6 palabras clave.	Presenta el tema, incluyendo las metodologías y resultados principales, pero no menciona la relevancia del trabajo. Incluye 4 a 6 palabras clave.	Menciona la relevancia del trabajo, pero omite las palabras clave o alguna metodología o resultado relevante	No menciona la relevancia del trabajo y omite las palabras clave o alguna metodología o resultado relevante
Introducción (x2)	Presenta el problema biológico sustentado por bibliografía, resumiendo la investigación relevante, convergiendo hacia objetivos claros y precisos.	El problema no está revisado completamente, a pesar de que sí presenta alguna fuente bibliográfica y objetivos claros y precisos.	El problema está revisado completamente, sustentado por bibliografía. Sin embargo, Los objetivos no son claros y/o precisos	El problema no está revisado completamente. Carece de fuentes bibliográficas. Los objetivos no son claros y/o precisos.
Métodos (x2)	Describe breve, clara y correctamente todas las metodologías utilizadas, incluyendo citas bibliográficas cuando corresponde.	incluye todas las metodologías utilizadas, pero la descripción de alguna es incorrecta, poco clara o extensa, o faltan citas bibliográficas.	Omite una de las metodologías utilizadas o la descripción de dos de las metodologías utilizadas son incorrectas, poco claras o extensas	Omite dos o más de las metodologías utilizadas o la descripción de tres o más de las metodologías utilizadas son incorrectas, poco claras o extensas.
Resultados (x3)	presenta todos los resultados, organizados en tablas o gráficos cuando corresponde, los cuales poseen variables y unidades en todos los casos.	presenta todos los resultados, organizados en tablas o gráfico cuando corresponde, sin embargo, uno o más carece(n) de la variable o de la unidad.	Presenta todos los resultados, organizados en tablas o gráfico cuando corresponde, sin embargo, comete errores conceptuales al describir alguno(s) de ellos. *Obtendrá este criterio, aunque los	Omite el resultado de alguno de los experimentos. *Obtendrá este criterio, aunque el resto de los resultados posean variables o unidades o los describa correctamente.

			resultados posean variables o unidades.	
Discusión de los resultados (x3)	Compara los resultados con la bibliografía, discutiendo sobre su calidad considerando las limitaciones de las metodologías utilizadas. Finaliza con una conclusión clara y breve basada en resultados comprobados.	Compara los resultados con la bibliografía, discutiendo sobre su calidad considerando las limitaciones de las metodologías utilizadas. Carece de una conclusión.	La discusión está incompleta, ya sea por falta de base bibliográfica o de análisis de los resultados. Sin embargo, finaliza con una conclusión clara y breve basada en resultados comprobados.	La discusión está incompleta, ya sea por falta de base bibliográfica o de análisis de los resultados. Carece de una conclusión.
Responsabilidad (x1)	Entrega en la fecha estipulada y el trabajo está prolijamente presentado.	Entrega en la fecha estipulada, pero falta prolijidad, por ejemplo, está arrugado o sucio.	El trabajo esta prolijamente presentado, peor entrega fuera de plazo.	Entrega fuera de plazo y falta prolijidad.
Formato (x1)	El informe incluye todas las secciones, respetando formato y longitud de acuerdo con las instrucciones.	El informe incluye todas las secciones, pero no respeta formato y/o longitud especificada.	El informe carece de alguna de las secciones. *Obtendrá este criterio, aunque el resto de las secciones respeten el formato y longitud.	El informe carece de dos o más secciones. *Obtendrá este criterio, aunque el resto de las secciones respeten el formato y longitud.
Ortografía y gramática (x1)	El texto es coherente, identificándose ideas principales y secundarias. Sigue las normas gramaticales, de ortografía y puntuación del idioma español.	El texto es coherente, identificándose ideas principales y secundarias. Presenta 1 o 4 errores de ortografía o puntuación del idioma español, por página.	El texto es coherente, identificándose ideas principales y secundarias. Presenta 5 o más errores de ortografía o puntuación del idioma español, por página.	Las ideas principales no se diferencian de las secundarias. Presenta 5 o más errores de ortografía o puntuación del idioma español, por página.
Apreciación global (x2)	El trabajo denota dedicación, comprensión del tema y del trabajo científico.	El trabajo denota comprensión del tema y del trabajo científico, pero se aprecia confusión y/o despreocupación 4 en algunos aspectos.	El trabajo denota comprensión del tema y del trabajo científico, pero falta análisis crítico de los resultados	Hay más aspectos que sugieren confusión que comprensión.

Fuente: Tomado de Bruna, C., Villarroel, V., Bruna, D., & Martínez, J. (2019).

Bibliografía

- Aguirre, J. C., & Jaramillo, L. G. (2015). *El papel de la descripción en la investigación cualitativa*. *Cinta moebio*, (53), 175-189.
- Alliende, F. (2007). Intolerancia a la lactosa y otros disacáridos. *Gastr Latinoam*, 18(supl 2), 152-156.
- Alvia, A. M., Astudillo, J. R., Holguín, D. M., Solórzano, F. A., Álava, M. M., Valdivieso, P. A., . . . Jaritzta, M. (2018). *Introducción al estudio de la bioquímica*. Alicante, España: Editorial Editorial Científica 3ciencias, Área de Innovación y Desarrollo,S.L.
- Andrés Jiménez, C., & Anchetta Meza, G. (2020). Elementos educativos en las unidades didácticas en la UNED, Costa Rica, 2017 y 2018: frecuencia de uso y posibilidades de mejora. *Cuadernos de Investigación UNED*, 12(1), 181-193.
- Andrés, C. P. (2002). Sobre la metodología cualitativa . *Rev Esp Salud Pública*, 76: 373-380.
- Aranda, W. D. (2021). *Bioinformática: Una herramienta didáctica para la enseñanza de la inhibición enzimática desde los estilos de aprendizaje*. Obtenido de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/17056/Bioinform%20c3%a1tica.Una%20herramienta%20did%20c3%a1ctica%20para%20la%20ense%20c3%b1anza%20de%20la%20inhibici%20c3%b3n%20enzim%20c3%a1tica%20desde%20los%20estilos%20de%20aprendizaje..pdf?sequ>
- Arpí Miró, C., Àvila, P., Baraldés i Capdevila, M., Benito Mundet, H., Gutiérrez del Moral, M. J., Orts Alís, M., & Rostán Sánchez, C. (2012). La implementación y transferibilidad del ABP. *Aula de Innovación Educativa*, núm. 216, p. 24-28.
- Atkins, P., & Paula, J. d. (2006). *Química Física*. España: Editorial medica panamericana S.A.
- Atlas.ti. (2022). *Atlas.ti*. Obtenido de <https://atlasti.com/>
- Avery, H. (2002). *Cinetica química básica y mecanismos de reacción*. España: Editorial reveté S.A.
- Avila, C. C. (2014). Diseño de una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de la respiración celular. *Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia*.
- Barrero, E., Jiménez, L., & Rendón, Y. (2020). *Desarrollo de competencias investigativas y aprendizaje de conceptos asociados al ciclo de krebs bajo un enfoque CTSA una experiencia en un ambiente virtual de aprendizaje*. Obtenido de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/12507/Trabajo-de-Grado-Ciclo-de-Krebs.-BarreroA-Jim%20c3%a9nez-L-Rend%20c3%b3n-Y.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Bermúdez, Galvis, & Vega. (2015). *Actividad enzimática*. Obtenido de Academia.edu: https://www.academia.edu/17433504/actividad_enzimatica_2_docx1

- Boude Figueredo, O., & Ruiz, M. (2009). TIC y el aprendizaje basado en problemas como agentes significativos en el desarrollo de competencias. *Index de Enfermería*, 18(1), 18-22.
- Bruna, C., Villarroel, V., Bruna, D., & Martínez, J. (2019). Experiencia de Diseño y Uso de una Rúbrica para Evaluar Informes de Laboratorio en Formato Publicación Científica. *Formacion universitaria*, 12(2), 17-28.
- Burgos, N. D., Márquez, F. A., & Baquerizo, G. E. (2019). Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Conrado*.
- Carbonero Zalduegui, P. (1975). *Enzimas*. Madrid: E.T.S.I. Agrónomos.
- Cardenal, E. J. (2009). Comparación de la eficacia del aprendizaje basado en casos/problema frente al método tradicional de lección magistral para la enseñanza de la Anestesiología en pregrado, postgrado y Formación Médica Continuada. *Universitat de Barcelona*.
- Cárdenas, C., Landeta, K., Perruolo, T., Angulo, N., Yabroudi, S., Trujillo, A., & Flores, P. (2014). Determination of kinetic constants for the design of biological treatment dairy effluent in batch system. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 37(1), 11-19.
- Cárdenas, D. M., & Cárdenas, L. Y. (2018). Aprendizaje basado en problemas en matemáticas: el concepto de fracción. *Educación y Ciencia*, (21), 45-58.
- Castro, J. C., & Papahiu, P. C. (2013). La enseñanza de la biología en el bachillerato a partir del aprendizaje basado en problemas (ABP). *Perfiles Educativos*, 35(139), 93-109.
- Cepeda, R. R. (2021). Tasa de respiración en frutas y verduras . Bogota.
- Corrales, L. C., & Ariza, M. M. (2012). Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno. *Nova*, 10(18), 213-225.
- Delord, G., & Porlán, R. (2018). Del discurso tradicional al modelo innovador en enseñanza de las ciencias: obstáculos para el cambio. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 77 - 90.
- Dogan, N., Manassero-Mas, M., & Vázquez, Á. (2020). Dogan, N., Manassero-Mas, M. A.El pensamiento creativo en estudiantes para profesores de ciencias: efectos del aprendizaje basado en problemas y en la historia de la ciencia. *Tecné, episteme y didaxis: TED*, 163-180.
- Domínguez, L. C., Vega, N. V., Espitia, E. L., Sanabria, Á. E., Corso, C., Serna, A. M., & Osorio, C. (2015). Impacto de la estrategia de aula invertida en el ambiente de aprendizaje en cirugía: una comparación con la clase magistral. *Biomédica*, 35(4), 513-521.
- Ertmer, P., Schlosser, S., Clase, K., & Adedokun, O. (2014). The Grand Challenge: Helping Teachers Learn/Teach Cutting-Edge Science via a PBL Approach. *Interdisciplinary Journal of ProblemBased Learning*, 8(1), 1.
- Fennema, O. R., & Tannenbaum, S. R. (2000). *Introducción a la ciencia de los alimentos*. Reverté.

- Fernández, F., & Duarte, J. (2013). El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de ingeniería . *Formación universitaria*, 6(5), 29-38.
- Fernández, R. G., Recalde, O. O., Méndez, A. O., Prendes, L. d., Rivera, F. C., Pinzón-Daza, M. L., & Matta, A. L. (2017). Recursos para la enseñanza-aprendizaje de temas complejos de Bioquímica en la educación médica . *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 31(3):31-44.
- Ferreiro, G., & Occelli, M. (2008). Análisis del abordaje de la respiración celular en textos escolares para el Ciclo Básico Unificado. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* , Vol. 7 Nº2, 387 - 398.
- Flores, J., Caballero Sahelices, M. C., & Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación* , 33(68), 75-111.
- Freire, E. E. (2021). El aprendizaje basado en problemas, un reto a la enseñanza superior. *Revista Conrado*, 295-303.
- from, A. U. (s.f.). *OLABS*. Obtenido de <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=17&sim=204&cnt=4>
- Gallo, P. F. (1997). Manual de fisiología, patología. Postcosecha y control de calidad de frutas y hortalizas. *Convenio SENA-reino Unido, Segunda Edición. Armenia, Colombia.*, (No. 664.07/G172).
- García, E. P., & Arabí, I. (2012). *ResearchGate*. Obtenido de Los mapas conceptuales como elemento para mejorar la comprensión de textos. Una experiencia en educación primaria..
- Gaviria, L., Perales, V., Romero, S., Salazar, V., Salcedo, M., & Velazques, J. (2017). Relación entre la enseñanza teórica y práctica en la ,ateria de biomoléculas de la carrera de biología de la FES Iztacala. *Revista tendencias en docencia e investigación en química*.
- Gomez, A. (2013). Unidad didáctica para la enseñanza de las enzimas apoyada en TIC bajo el modelo enseñanza para la comprensión. *Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales*.
- Gómez, A. (2013). Unidad didáctica para la enseñanza de las enzimas apoyadas en TIC bajo el modelo enseñanza para la comprensión. *Universidad Nacional de Colombia*.
- Gómez, D. H., & Puente, E. T. (2017). Unidades didácticas. Herramientas de la enseñanza. *Noria Investigación Educativa*, 1(1), 41-47.
- Gonzalez, L., Hernández, L., & Monguí, T. (2020). Enseñanza aprendizaje de los conceptos coenzima y apoenzima asociados al estudio de actividad enzimática: una mirada desde el modelo de aprendizaje basado en problemas mediante la metodología flipped classroom. Bogotá: Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional.

- Guzmán Juárez, N., & Madrigal Bujaidar, E. (2003). Revisión de las características clínicas, metabólicas y genéticas de la diabetes mellitus. *Bioquímica*, 28(2), 15-23.
- Hernández, I., Alejo, K. M., Méndez, L., García, A., Cordova, A., & García, A. (2015). Estudio cinético enzimático de la hidrolasa a partir de cítricos. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 6(3), 1-8.
- Hesse, H. (2020). *Made with iDoceo 6*. Obtenido de Rúbrica del esquema:
<https://onedrive.live.com/?authkey=%21AIHluEWsOd%5F%2DWVM&id=DB39910BFB6B414B%2125350&cid=DB39910BFB6B414B&parId=root&parQt=sharedby&parCid=33324B110248750C&o=OneUp>
- Horton, R., Moran, L. A., & González, V. (2008). *Principios de bioquímica*. Pearson Educación.
- Imamura, H., Noji, H., Nhat, K. P., Togawa, H., Saito, K., Iino, R., . . . Nagai, T. (2009). Visualization of ATP levels inside single living cells with fluorescence resonance energy transfer-based genetically encoded indicators. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(37), 15651-15656.
- Iwasa, J., & Marshall, W. (2019). *Biología Celular y Molecular. Conceptos y experimentos*. McGraw Hill.
- Izquierdo, J. F., Cunill, F., Tejero, J., Iborra, M., & Fité, C. (2004). *Cinetica de las reacciones químicas*. Barcelona, España: Ediciones de la ciudad de barcelona .
- Karatas, M., Dogan, S., Spahiu, E., Ašić, A., Bešić, L., & Turan, Y. (2020). Enzyme kinetics and inhibition parameters of human leukocyte glucosylceramidase. *Heliyon*.
- Levine, I. N. (2014). *Principio de fisicoquímica, sexta edición*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A. DE C.V.
- Longas, M. L. (2017). Estrategia didáctica mediada por las TIC para la enseñanza del concepto respiración humana. Bogotá, Colombia: Tesis de maestría, Universidad Nacional de Comlombia.
- López, V. L., Medina, J. A., Gutiérrez, M. V., & Soto, L. F. (2014). Hidratos de carbono: actualización de su papel en la diabetes mellitus y la enfermedad metabólica. *Nutrición Hospitalaria*, 30(5), 1020-1031.
- Luy-Montejo, C. (2019). El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el desarrollo de la inteligencia emocional de estudiantes universitarios. *Propós. represent.*, 7(2), 353-383.
- Marin, M. J., Lima, E. F., Paviotti, A. B., Matsuyama, D. T., Silva, L. K., Gonzalez, C., . . . Ilias, M. (2009). Aspectos das fortalezas e fragilidades no uso das Metodologias Ativas de Aprendizagem. *REVISTA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO MÉDICA*, 13-20.
- Martínez, C. (2021). *Aprendizaje del concepto actividad enzimática por medio de una secuencia didáctica con un enfoque CTSA*. Obtenido de
<http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/17073/APRENDIZAJE%20DEL%20CONCEPTO%20ACTIVIDAD%20ENZIM%20c3%81TICA%20POR%20MEDIO%20DE>

%20UNA%20SECUENCIA%20DID%c3%81CTICA%20CON%20UN%20ENFOQUE%20CTSA.pdf
?sequence=5&isAllowed=y

- Martínez, M. F., Sánchez, J.-N. G., Fuertes, A. d., Redondo, R. F., & Gundín, O. A. (2006). El aprendizaje basado en problemas: revisión de estudios empíricos internacionales . *Revista de educación*.
- Martínez, P., Josefina, M., López, M., & Paola, K. (2021). *Biología 1. ciencia de la vida* . Mexico: Grupo editorial patria.
- McKee, T., & McKee, J. (2016). *Bioquímica. Las bases moleculares de la vida*. McGraw Hill.
- McKee, T., & McKee, J. R. (2016). *Bioquímica. Las bases moleculares de la vida*. McGraw Hill.
- Melo, V., & Cuamatzi, O. (2019). *Bioquímica de los procesos metabólicos* . Barcelona: Editorial reverté.
- Méndez, E., Zeledón, F., Zamora, J., & Cortés, A. (2004). Un acercamiento a la cinética del oxígeno.(Parte I). *Revista Costarricense de Cardiología*, 6(1), 27-32.
- Montoya, N. M. (2013). El aprendizaje basado en problemas (ABP) como estrategia didáctica. *Revista Academia y Virtualidad*, 6(1), 53-61.
- Müller-Esterl, W. (2008). *Bioquímica. Fundamentos para Medicina y Ciencias de la Vida*. españa: Reverte.
- Murray, R., Bender, D., Botham, K., Kennelly, P., Rodwell, V., & Weil, A. (2013). *Harper. Bioquímica ilustrada*. Mexico: McGraw Hill.
- Naranjo, V., & Zambrano, A. (2020). ABP: Estrategia didáctica en las matemáticas. *593 digital Publisher CEIT*, 69-77.
- Neira, M. R., & Hoz, L. G. (2016). Aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de diseño y análisis de experimentos. *INGE CUC*, 86-96.
- Nelson, D., & Cox, M. (2015). *Lehninger: principios de bioquímica*. Barcelona: Omega.
- NIDDK. (2016). *National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases*. Obtenido de NIH: <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/diabetes/informacion-general/nutricion-alimentacion-actividad-fisica>
- Núñez, B. Q. (2011). La respiración celular: Representaciones y conceptos de los estudiantes de bachillerato de la Institución Educativa Departamental Serrezuela de Madrid y de la Fundación Universitaria Juan N. Corpas. *Tesis de maestria, Facultad de ciencias, Universidad Nacional de colombia*.
- Ojeda, L. J. (2017). Propuesta metodológica para la enseñanza de la química en la Educación Media apoyada en el aprendizaje basado en problemas (APB). *Perspectivas*, 2(2). 6-16.
- OpenStax. (2015). *Biology*. Cnx Biology. Obtenido de <https://es.khanacademy.org/science/biology/cellular-respiration-and-fermentation/glycolysis/a/glycolysis>

- Ospina, W. L. (2022). *Implicaciones del modelo montessori en el aprendizaje del concepto estrés oxidativo*. Obtenido de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/17766/TRABAJO%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pacheco, J. (2007). *Anales de la Facultad de Medicina*, 297-298.
- Péfaur, B. C., Pérez, K. d., & Vega, J. E. (2016). La sistematización de la unidad didáctica en educación ambiental: una aproximación desde una experiencia en la ruralidad. *Educere*.
- Pérgola, a., & Galagovsky, L. (2020). Estudio didáctico-epistemológico sobre la relación entre los modelos de respiración celular y de combustión. *Revista de Educación en Biología*, 23; 1; 6-2020; 49-63.
- Pinilla, M. I. (2006). Mentefactos conceptuales como estrategia didácticopedagógica de los conceptos básicos de la teoría de muestreo aplicados en investigación en salud. *Revista Ciencias de la Salud*, 4(suppl 1), 62-72.
- Quintero, G. (2013). Fundamentos del proceso de fermentación en el beneficio del café. *Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé), Psicología Escolar e Educativa*, 21, 65-77.
- Quintero, V. L., Palet, J. E., & Olivares, S. L. (2017). Desarrollo del pensamiento crítico mediante la aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas. *Psicología Escolar e Educativa*.
- Rodwell, V. W., Bender, D. A., Botham, K. M., Kennelly, P. J., & Weil, P. A. (2016). *Harper. Bioquímica ilustrada, 30e*. McGraw Hill.
- Romero, S. S. (2018). Como trabajan los docentes con las ideas previas de los alumnos comparativa entre dos centros con metodologías diferentes. *Universidad de Sevilla*.
- Ronner, P. (2019). *Netter Bioquímica esencial*. España: Elsevier.
- Rosas, M. F., & González, E. E. (2014). Una propuesta de clasificación de la clase magistral impartida en la facultad de derecho. *Revista Chilena de Derecho*, 41(3), 907-924.
- Ruiz, Pineda, & Cárdenas. (2013). *Factores que afectan la actividad enzimática*. Obtenido de https://www.academia.edu/9180412/Informe_de_actividad_enzimatica
- Salguero, A. R. (2010). La programación a medio plazo dentro del tercer nivel de concreción: las unidades didácticas. *EmásF: revista digital de educación física*, (2), 41-53.
- Santos, J. M., & Passos, J. C. (2016). Análise dos benefícios da aprendizagem baseada em problemas (ABP) no desenvolvimento de projetos práticos no curso de engenharia da universidade virtual do estado de sao paulo (UNIVESP). *In Problem Based Learning International Conference. São Paulo*.
- Serrano, K. P., Restrepo, M. A., & Posada, J. S. (2012). Educación en Ingenierías: de las clases magistrales a la pedagogía del aprendizaje activo. *Ingeniería y Desarrollo*, 30(1), 125-142.

- Silva, E. L., & Chávez, R. J. (2013). Comparación de los diferentes métodos de análisis cinéticos para determinar el tipo de inhibición de dos compuestos. *REB. Revista de educación bioquímica*, 32(1), 19-32.
- Silva, R. S., Nascimento, G., Oliveira, R., & Filho, A. B. (2018). Construcción de relaciones entre conceptos relativos al campo estructural y al campo da Cinética Química por estudiantes de pregrado en la acepción de la teoría de los campos conceptuales. *Educación Química, didáctica de la química*, 48 - 60.
- Suárez, L. C. (2002). *Introducción a la catálisis heterogénea*. Bogota, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 39(85), 63-91.
- Toledo, M. O., & Camero, R. E. (2015). Desarrollo de cinco recursos con enfoque CTS para la Enseñanza de Sistema Respiratorio, Circulatorio y Digestivo. *Revista de Investigación*, 39(85), 63-91.
- Tripodi, K., García, G., & Machado, C. E. (2015). Avances en el estudio de las dificultades en la enseñanza de actividad enzimática en el nivel superior . *IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*.
- UDCA. (2019). *UDCA universidad de ciencias aplicadas y ambientales* . Obtenido de química: <https://udca.edu.co/wp-content/uploads/planes-estudio/quimica2.pdf>
- Uniandes. (s.f.). *Universidad de los andes* . Obtenido de programa de medicina : <https://medicina.uniandes.edu.co/es/programas/pregrado/plan-de-estudios>
- Universidad Nacional, d. C. (s.f.). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de pregrado biología: <http://ciencias.bogota.unal.edu.co/areas-curriculares/area-curricular-de-biologia/programas-academicos/pregrado-en-biologia/informacion-general/>
- Urbina, M., & María, E. (2009). Los conocimientos previos y su importancia para la comprensión del lenguaje matemático en la educación superior. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 13(52), 211-222.
- Vahos, L. E., Muñoz, L. E., & Londoño Vásquez, D. A. (2019). El papel del docente para el logro de un aprendizaje significativo apoyado en las TIC. *Encuentros, Redalyc*, 17(02), 118-131.
- Villalobos, V., Ávila, J., & Olivares, S. (2016). Aprendizaje basado en problemas en química y el pensamiento crítico en secundaria. *Revista mexicana de investigación educativa*, 557-581.
- Wang, Y., Wang, G., Moitessier, N., & Mittermaier, A. (2020). Enzyme Kinetics by Isothermal Titration Calorimetry: Allostery, Inhibition, and Dynamics. *Frontiers in molecular biosciences*, 7, 583826.
- Zabala, D., Echavarría, B., & Martínez, A. (2008). Actividad inhibitoria sobre la enzima dihidrofolato reductasa de extractos de esponjas marinas del golfo de urabá. *Vitae*, 15(2), 285-289.

Anexo C. Respuesta de la Actividad

Actividad 2

Nombre

El transporte mitocondrial de citrato es un intermediario esencial en el metabolismo de los carbohidratos (Silva & Chávez, 2013), ya que el piruvato producto del glucolisis es convertido en acetil CoA por medio del complejo piruvato deshidrogenasa, sin embargo, la membrana interna mitocondrial es impermeable a este producto, por lo cual el traspaso al citosol es realizado por medio de la lanzadera de citrato (Müller-Esterl, 2008)

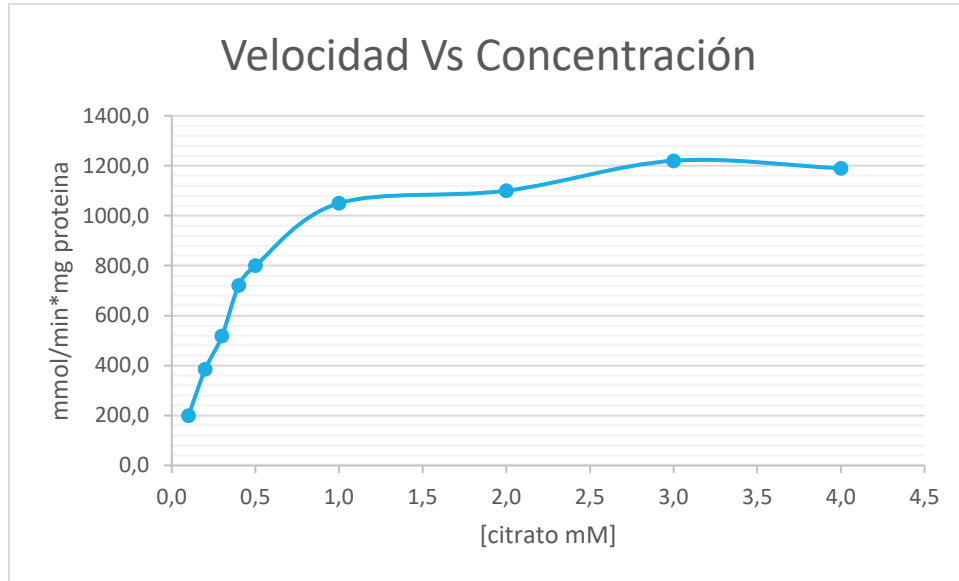
La lanzadera del citrato consiste en introducir el malato al interior de la mitocondria a la vez que envía el citrato hacia el citosol, en donde se sintetiza el malato junto con el citrato y serán transportados como una proteína integral, por lo cual consiste en que citrato se desplaza hacia el citoplasma, el cual se rompe para formar acetil coA y oxaloacetato, la enzima encargada de catalizar esta reacción es la ATP citrato liasa, la síntesis del citrato es una reacción exergónica, por lo cual la ruptura de enlace energético del acetil coA requiere la intervención del ATP permitiendo la regeneración del acetil coA en el citoplasma, por su parte el oxaloacetato se reduce a malato a través del malato deshidrogenasa el cual es devuelto a la mitocondria complementando el ciclo. (Müller-Esterl, 2008)

Por lo anterior se realizó un estudio cinético en proteoliposomas el cual es un modelo de membrana utilizado para realizar estudios estructurales y funcionales de proteínas aisladas, los resultados obtenidos durante este estudio se observan en la siguiente tabla,

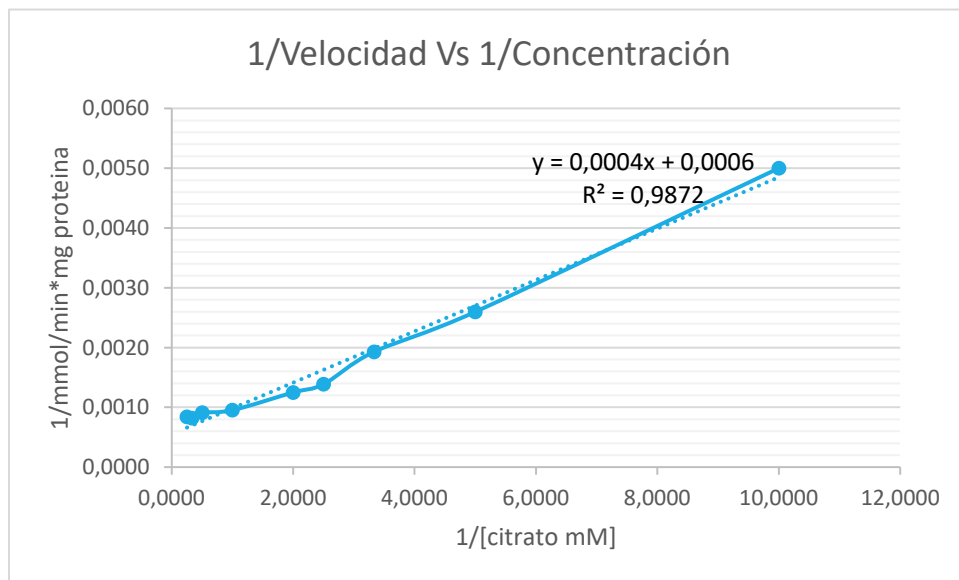
[Citrato] mM	Velocidad (mmol*min ⁻¹ mg proteína ⁻¹)
0,1	200
0,2	385
0,3	518
0,4	721
0,5	800
1	1050
2	1100
3	1220
4	1190

Tomado de Silva, E. L., & Chávez, R. J. (2013). Comparación de los diferentes métodos de análisis cinéticos para determinar el tipo de inhibición de dos compuestos. *REB. Revista de educación bioquímica*.

1. Elabore las gráficas de velocidad vs concentración y 1/velocidad vs 1/concentración



Fuente: autor



Fuente: autor

2. Determine la constante de Michaelis menten (Km) y la velocidad máxima.

Constante de Michaelis mente (Km) (mM)	0,6667
Velocidad máxima (mmol/min*mg proteína)	1666,7

Fuente: autor

3. Realice una conclusión sobre el estudio cinético enzimático

Anexo D. Respuesta de la actividad 3

Actividad 3

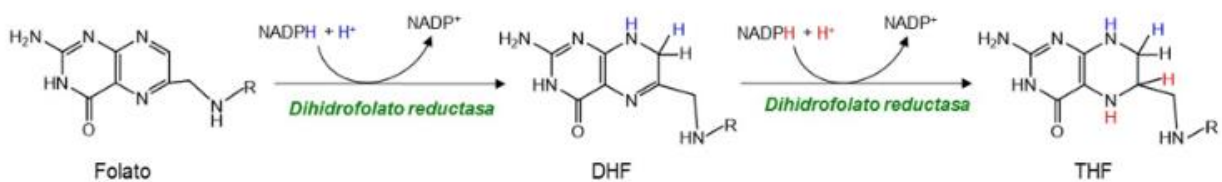
Nombre

1. Desde hace un tiempo se identifica que la intolerancia a algunos carbohidratos son un problema para la población infantil, ya que este macronutriente representa la principal fuente energética generando el aporte calórico esencial para el crecimiento de esta población (Alliende, 2007), por lo cual realice un mapa conceptual identificando cuales son los carbohidratos que causan dicha problemática, así como las causas y las consecuencias adquiridas en el metabolismo.
2. La enzima *dihidrofolato reductasa* (DHFR) hace parte de la producción de tetrahydrofolato (THF), el cual es un cofactor esencial para la síntesis de ciertos metabolitos indispensables para las células. Esta enzima la puede producir la mayoría de las bacterias y plantas por biosíntesis de *novo* a partir del ácido p-aminobenzoico, en algunas bacterias y células de mamíferos, la producción de folatos depende de fuentes externas obtenidas a partir de la dieta y posee vías alternas para reducir folatos, purinas y pirimidinas (Zabala, Echavarría, & Martínez, 2008)

Por lo anterior se realiza un estudio cinético enzimático con la finalidad de valorar la reacción en la que interviene la enzima de DHFR para diversas concentraciones del sustrato. Los resultados obtenidos son los siguientes:

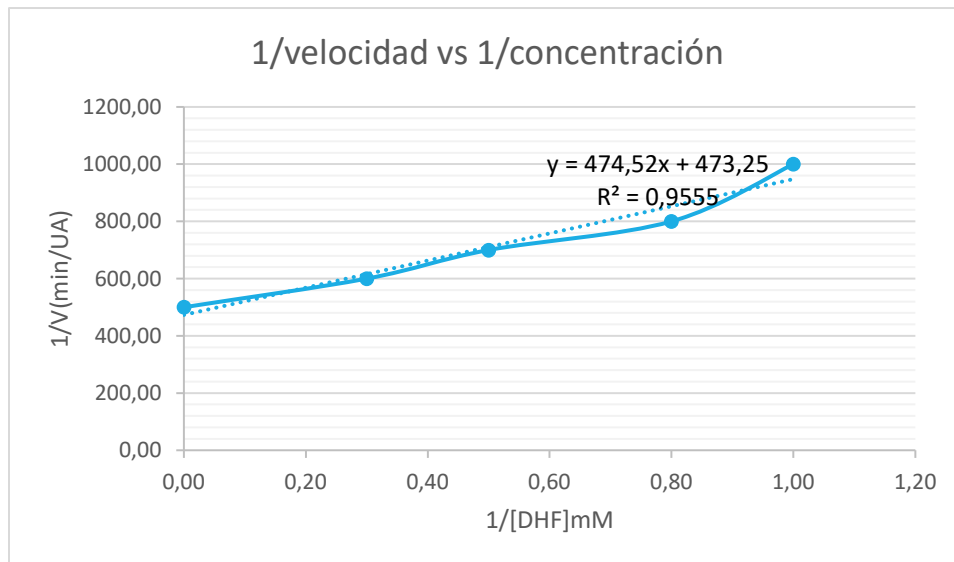
1/[DHF]mM	1/V(min/UA)
0,0	500
0,3	600
0,5	700
0,8	800
1,0	1000

Tomado de Diego, Z., Bibiana, E., & Alejandro, M. (2008). ACTIVIDAD INHIBITORIA SOBRE LA ENZIMA DIHIDROFOLATO REDUCTASA DE EXTRACTOS DE ESPONJAS MARINAS DEL GOLFO DE URABÁ. *Vitae*.



Tomado de salamanca, u. d. (2018). ELABORACIÓN DE GUIONES PARA EL ESTUDIO INTERACTIVO DE LA RELACIÓN ESTRUCTURA-FUNCIÓN DE PROTEÍNAS.

a. Elabore las gráficas 1/concentración vs 1/velocidad



Fuente: autor

- b. Determine la constante de Michaelis menten (Km) y la velocidad máxima

Constante de Michaelis mente (Km) (mM)	1,0027
Velocidad máxima (min/UA)	0,0021

Fuente: autor

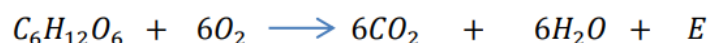
Anexo E. Resultados de la guía del laboratorio virtual

TASA DE RESPIRACIÓN EN FRUTAS Y VERDURAS ÉNFASIS DISCIPLINAR EN QUÍMICA E INDUSTRIA DE ALIMENTOS

Por: prof. Rodrigo Rodríguez Cepeda

OBJETIVO: El objetivo del presente laboratorio es determinar la tasa de respiración en frutas y verduras, teniendo en cuenta el catabolismo de los carbohidratos, el cual inicia con la glicólisis, luego la producción de CO₂ en el ciclo de Kreb's y finaliza con el proceso de transporte de electrones para producir energía química en forma de ATP y calor, todos estos pasos están mediados por enzimas.

ASPECTO TEÓRICO: El proceso de respiración es un proceso vital que se lleva a cabo en la mitocondria de la célula. Esta reacción de oxidación – reducción se basa en la degradación de polisacáridos menores, disacáridos y monosacáridos en dióxido de carbono, agua y energía química, representada en ATP y calor, mediado por enzimas, la reacción más simple que representa este proceso es:



Bajo este contexto, es posible realizar estudios de respiración, en los cuales se puede determinar la tasa de respiración en términos de consumo de oxígeno o producción de dióxido de carbono, con esta tasa de respiración, es posible hacer estudios de cinética enzimática de respiración que dependerá de las características propias de la fruta o verdura, y de las condiciones ambientales.

Otro indicador de respiración importante es el índice de respiración (RQ, o, IR) el cual relaciona el CO₂ producido y el O₂ consumido durante la metabolización de nutrientes (Carbohidratos, lípidos y proteínas):

$$RQ = \frac{\text{Volumen de } CO_2 \text{ producido}}{\text{Volumen de } O_2 \text{ consumido}}$$

$$RQ = \frac{\text{gramos de } CO_2 \text{ producido}}{\text{gramos de } O_2 \text{ consumido}}$$

Algunos factores que afectan la respiración son:

- Temperatura: a temperatura muy alta, la frecuencia respiratoria disminuye con el tiempo, y a muy baja temperatura, la frecuencia respiratoria es insignificante. La temperatura óptima para la respiración es de 20-30 °C.
- Concentración de CO₂: El aumento en la concentración de dióxido de carbono y la ausencia de oxígeno afecta negativamente la tasa de respiración aeróbica.
- Agua: la frecuencia respiratoria aumenta con el aumento del contenido de agua del organismo que respira.
- Luz: la luz controla la respiración al elevar la temperatura de un organismo.

Materiales, reactivos y procedimiento:

<http://amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=17&sim=204&cnt=4>

Resultados:

- Fijar: tipo (trigo, maní, mostaza, garbanzo, frijol), número de semillas y la temperatura

Semilla	No de semillas	T °C	Tiempo min	V mL
			0	
			15	
			30	
			45	
			60	
			75	
			90	
			105	
			120	

- Mantener el mismo tipo (trigo, maní, mostaza, garbanzo, frijol) y número de semillas que, en el punto anterior, variar la temperatura y mantenerla constante

Semilla	No de semillas	T °C	Tiempo min	V mL
			0	
			15	
			30	
			45	
			60	
			75	
			90	

			105	
			120	

- c. Fijar el tiempo donde el volumen es constante, mantener el tipo de semilla y variar la temperatura.

Semilla	No de semillas	t min.	Temperatura °C	V mL
			5	
			15	
			25	
			35	

- d. Fijar el tiempo y la temperatura donde el volumen es alto y constante, mantener el tipo de semilla y variar el número de semillas. Semilla Temperatura °C t min. Número de semillas V mL 10 20 30 40 50

Semilla	Temperatura °C	t min.	Numero de semillas	V mL
			10	
			20	
			30	
			40	
			50	

- e. Elabore un estudio cinético de respiración donde establezca la relación de las variables tiempo, temperatura y número de semillas, elabore las gráficas que considere pertinentes y proponga una ecuación de velocidad de respiración. La velocidad debe estar en unidades de: moles de CO₂/min.
 f. Determine el QR máximo.
 g. Proponga la KM y Vmax
 h. Analice todos los resultados

Anexo F. Respuesta del Laboratorio virtual del estudiante 2.

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
 FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
 DEPARTAMENTO DE QUIMICA
 SISTEMAS BIOQUIMICOS
 TALLER DE RESPIRACION CELULAR, ESTUDIO ENZIMATICO

a)

t	V mL	LITROS	T°C	CONCENTRACION $n=PV/RT$	VELOCIDAD	1/V	1/S	# SEMILLAS	SEMILLA
0	5	0,005	25°C 298K	0,000204				30	MANI
15	6	0,006		0,000245	0,0000163				
30	11	0,011		0,000450	0,0003666				
45	15	0,015		0,000613	0,0000136				
60	20	0,02		0,000818	0,0000136				
75	25	0,025		0,00102	0,0000136				

90	28	0,028	0,001145	0,0000127		
105	28	0,028	0,001145	0,0000109		
120	28	0,028	0,001145	0,00000954		

b)

Rate of Respiration

Select the seeds:
Groundnut

Number of seeds: 30
10 50

Temperature: 25°C
5 35

Result
Rising level of water (ml):

t	V mL	LITROS	T ° c	CONCENTRACION $n = PV/RT$	# SEMILLAS	SEMILLA
0	5	0,005	15°C 288K	0,00046	30	MANI
15	6	0,006		0,000245		
30	9	0,009		0,000368		
45	15	0,015		0,000613		
60	18	0,018		0,000736		
75	22	0,022		0,000900		
90	25	0,025		0,00102		
105	25	0,025		0,00102		
120	25	0,025		0,00102		

Rate of Respiration

Select the seeds:
Groundnut

Number of seeds: 30
10 50

Temperature: 15°C
5 35

Result
Rising level of water (ml):

c)

t	V mL	LITROS	T ° c	CONCENTRACION $n=PV/RT$	# SEMILLAS	SEMILLA
90	9	0,009	5	0,000368	20	MANI
90	17	0,017	15	0,000695		
90	25	0,025	25	0,000818		
75	30	0,030	35	0,001227		

Rate of Respiration

SAVE

d)

t	V mL	LITROS	T ° c	CONCENTRACION $n=PV/RT$	# SEMILLAS	SEMILLA
90min	25	0,025	35°C	0,00102	10	MANI
	30	0,030		0,00122	20	
	35	0,035		0,00143	30	
	40	0,040		0,00163	40	
	50	0,050		0,00204	50	

t	V mL	LITR
0	5	0.
15	6	0.
30	11	0.
45	15	0.
60	20	0.
75	25	0.
90	28	0.
105	28	0.
120	28	0.

Rate of Respiration

SEMI
LAS
SEMILLA

Select the seeds:
Groundnut

Number of seeds: 50

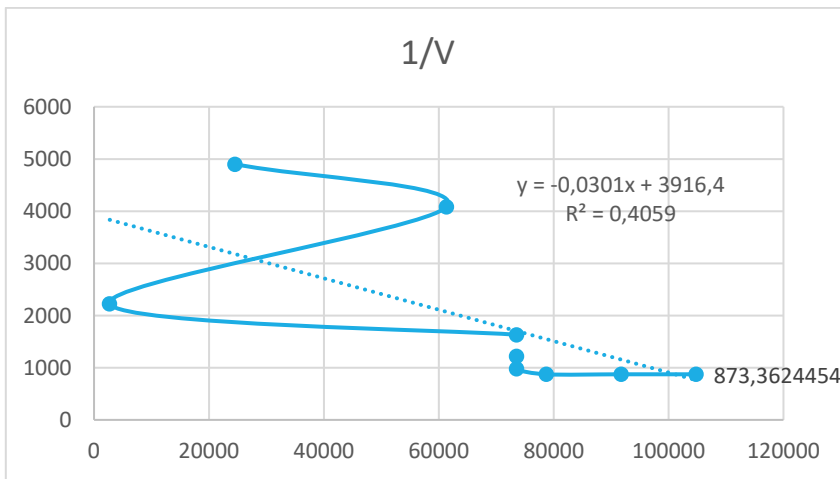
Temperature: 35°C

Start

Result
Rising level of water (ml):

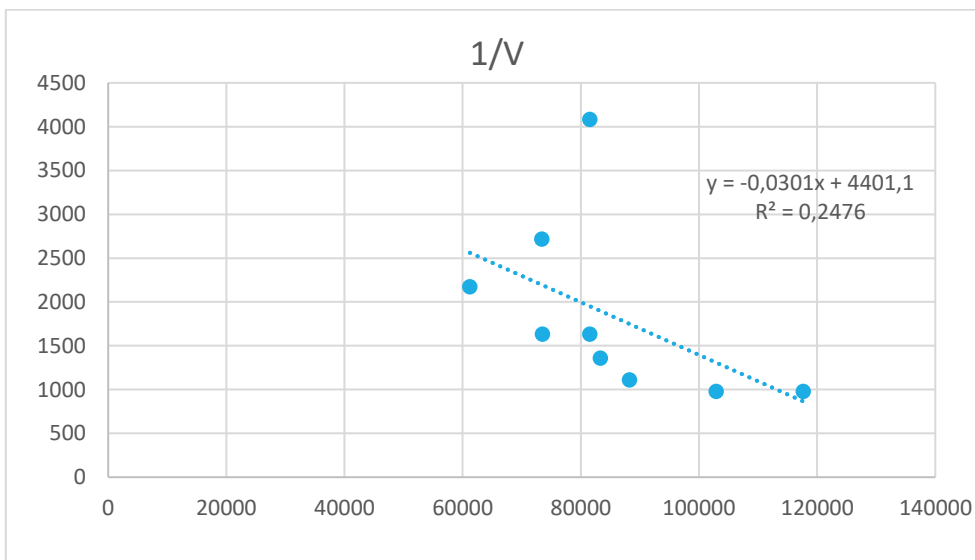
Submit

Reset

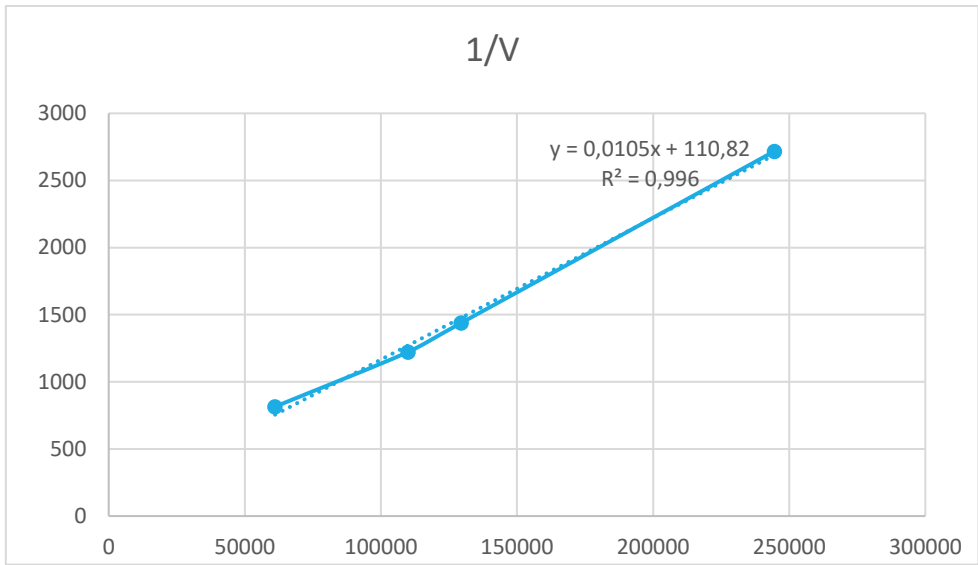


t	V mL	LITROS	T ° c	CONCENTRACION n=PV/RT	# SEMILLAS	SEMILLA	1/V	1/S	VELOCIDAD

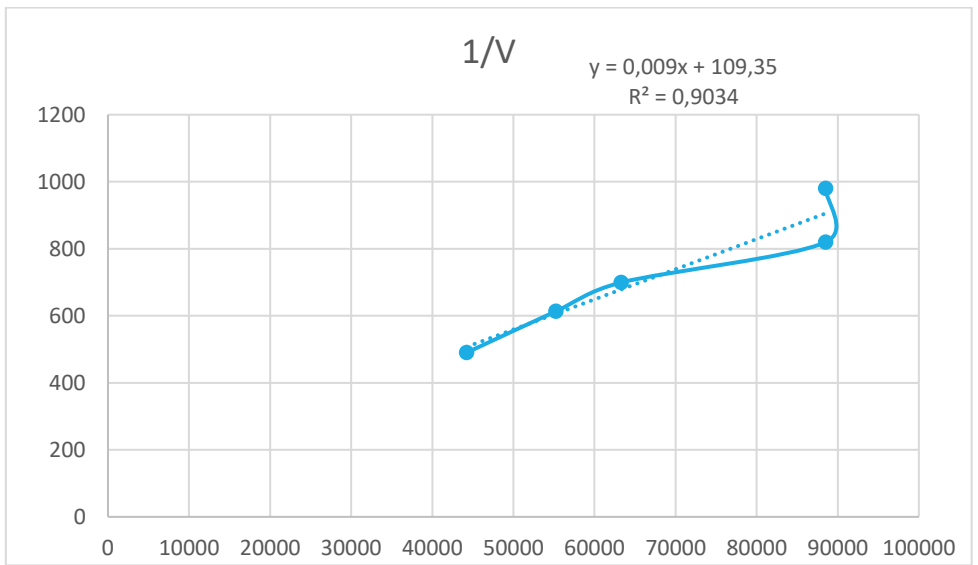
0	5	0,005	15°C 288K	0,00046	30	MANI	61224,4898	2173,91304	1,63333E-05
15	6	0,006		0,000245			81521,73913	4081,63265	1,22667E-05
30	9	0,009		0,000368			73409,46166	2717,3913	1,36222E-05
45	15	0,015		0,000613			73529,41176	1631,32137	0,0000136
60	18	0,018		0,000736			81521,73913	1631,32137	1,22667E-05
75	22	0,022		0,0009			83333,33333	1358,69565	0,000012
90	25	0,025		0,00102			88235,29412	1111,11111	1,13333E-05
105	25	0,025		0,00102			102941,1765	980,392157	9,71429E-06
120	25	0,025		0,00102			117647,0588	980,392157	0,0000085



t	V mL	LITROS	T° C	CONCENTRACION n=PV/RT	# SEMILLAS	SEMILLA	VELOCIDAD	1/V	1/S
90	9	0,009	5	0,000368	20	MANI	4,08889E-06	244565,217	2717,3913
90	17	0,017	15	0,000695			7,72222E-06	110024,45	1438,84892
90	25	0,025	25	0,000818			9,08889E-06	61124,6944	1222,49389
75	30	0,03	35	0,001227			0,00001636	814,995925	



t	V mL	LITROS	T ° c	CONCENTRACION $n = PV/RT$	# SEMILLAS	SEMILLA	VELOCIDAD	1/V	1/S
							90min	25	0,025
	30	0,03	0,00122	20	0,0000113	88495,5752	819,6721311		
	35	0,035	0,00143	30	0,0000158	63291,1392	699,3006993		
	40	0,04	0,00163	40	0,0000181	55248,6188	613,4969325		
	50	0,05	0,00204	50	0,0000226	44247,7876	490,1960784		

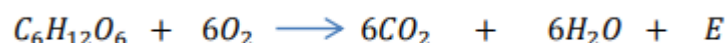


Anexo G. Respuesta del Laboratorio virtual del estudiante 6.

TASA DE RESPIRACIÓN EN FRUTAS Y VERDURAS ÉNFASIS DISCIPLINAR EN QUÍMICA E INDUSTRIA DE ALIMENTOS

OBJETIVO: El objetivo del presente laboratorio es determinar la tasa de respiración en frutas y verduras, teniendo en cuenta el catabolismo de los carbohidratos, el cual inicia con el glicólisis, luego la producción de CO₂ en el ciclo de Krebs y finaliza con el proceso de transporte de electrones para producir energía química en forma de ATP y calor, todos estos pasos están mediados por enzimas.

ASPECTO TEÓRICO: El proceso de respiración es un proceso vital que se lleva a cabo en la mitocondria de la célula. Esta reacción de oxidación – reducción se basa en la degradación de polisacáridos menores, disacáridos y monosacáridos en dióxido de carbono, agua y energía química, representada en ATP y calor, mediado por enzimas, la reacción más simple que representa este proceso es:



Bajo este contexto, es posible realizar estudios de respiración, en los cuales se puede determinar la tasa de respiración en términos de consumo de oxígeno o producción de dióxido de carbono, con esta tasa de respiración, es posible hacer estudios de cinética enzimática de respiración que dependerá de las características propias de la fruta o verdura, y de las condiciones ambientales.

Otro indicador de respiración importante es el índice de respiración (RQ, o, IR) el cual relaciona el CO₂ producido y el O₂ consumido durante la metabolización de nutrientes (Carbohidratos, lípidos y proteínas):

$$RQ = \frac{\text{Volumen de } CO_2 \text{ producido}}{\text{Volumen de } O_2 \text{ consumido}}$$

$$RQ = \frac{\text{gramos de } CO_2 \text{ producido}}{\text{gramos de } O_2 \text{ consumido}}$$

Algunos factores que afectan la respiración son:

Temperatura: a temperatura muy alta, la frecuencia respiratoria disminuye con el tiempo, y a muy baja temperatura, la frecuencia respiratoria es insignificante. La temperatura óptima para la respiración es de 20-30 °C.

Concentración de CO₂: El aumento en la concentración de dióxido de carbono y la ausencia de oxígeno afecta negativamente la tasa de respiración aeróbica.

Agua: la frecuencia respiratoria aumenta con el aumento del contenido de agua del organismo que respira.

Luz: la luz controla la respiración al elevar la temperatura de un organismo. Materiales, reactivos y procedimiento: <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=17&sim=204&cnt=4>

Resultados:

Fijar: tipo (trigo, maní, mostaza, garbanzo, frijol), número de semillas y la temperatura

Semilla	No de semillas	T °C	Tiempo min	V mL
Maní	30	15	0	2,0
			15	2,2
			30	2,5
			45	2,9
			60	3,3
			75	3,7
			90	4,0
			105	4,0
			120	4,0

Mantener el mismo tipo (trigo, maní, mostaza, garbanzo, frijol) y número de semillas que en el punto anterior, variar la temperatura y mantenerla constante

Semilla	No de semillas	T °C	Tiempo min	V mL
Maní	30	25	0	2,0
			15	2,2
			30	2,5
			45	3,0
			60	3,5
			75	4,0
			90	4,3
			105	4,3
			120	4,3

Fijar el tiempo donde el volumen es constante, mantener el tipo de semilla y variar la temperatura.

Semilla	No de semillas	t min.	Temperatura °C	V mL
Maní	30	90	5	2,5
			15	4,0
			25	4,3
			35	5,0

Fijar el tiempo y la temperatura donde el volumen es alto y constante, mantener el tipo de semilla y variar el número de semillas.

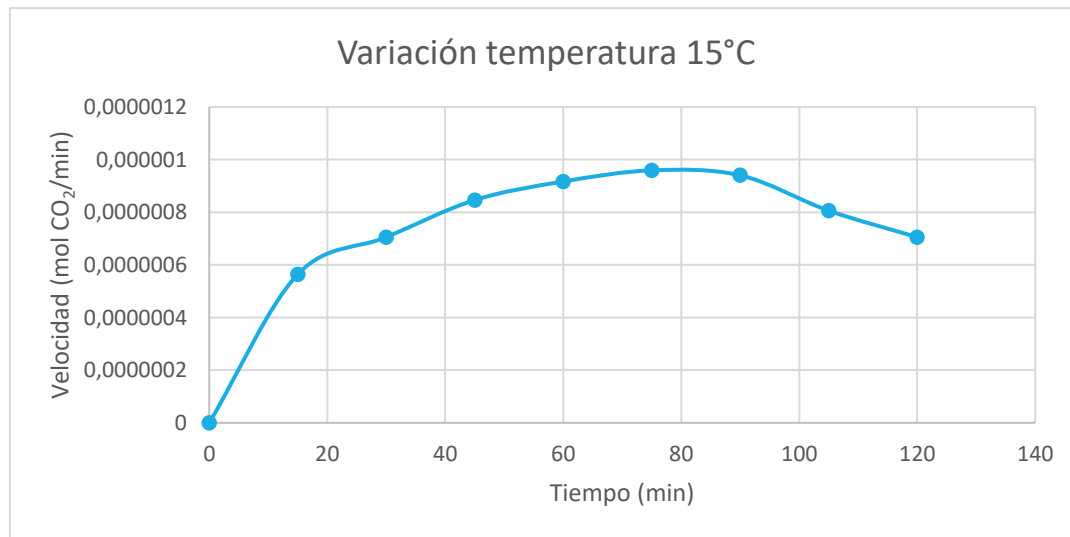
Semilla	Temperatura °C	t min.	Número de semillas	V mL
Maní	35	90	10	4,0
			20	4,5
			30	5,0
			40	5,5
			50	6,0

Elabore un estudio cinético de respiración donde establezca la relación de las variables tiempo, temperatura y número de semillas, elabore las gráficas que considere pertinentes y proponga una ecuación de velocidad de respiración. La velocidad debe estar en unidades de: moles de CO_2/min .

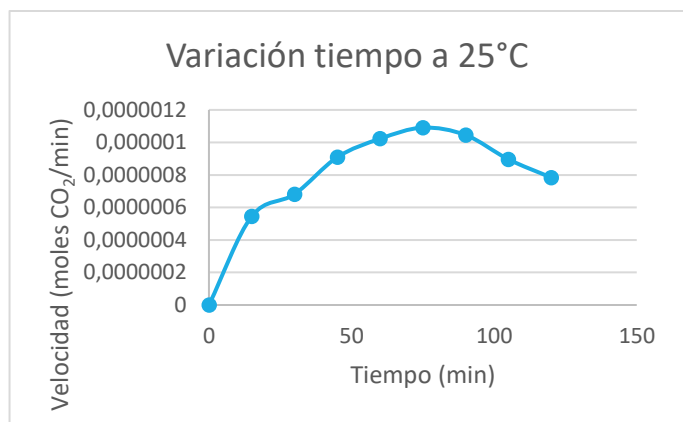
Determine el QR máximo.

Semilla	No de semillas	T °C	Tiempo min	V mL	Moles de CO2	Δvol	Moles de O2	Velocidad (n°de moles/tiempo)	g CO2	g O2	RQ	1/Velocidad	1/Concentración
Maní	30	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			15	2,2	8,5E-06	2,00E-01	8,5E-06	5,64295E-07	0,00037243	0,0002709	1,375	1772122,5	118141,5
			30	2,5	2,1E-05	5,00E-01	2,1E-05	7,05369E-07	0,00093109	0,0006772	1,375	1417698	47256,6
			45	2,9	3,8E-05	9,00E-01	3,8E-05	8,46443E-07	0,00167596	0,0012189	1,375	1181415	26253,6667
			60	3,3	5,5E-05	1,30E+00	5,5E-05	9,16979E-07	0,00242083	0,0017606	1,375	1090536,92	18175,6154
			75	3,7	7,2E-05	1,70E+00	7,2E-05	9,59302E-07	0,0031657	0,0023023	1,375	1042425	13899
			90	4	8,5E-05	2,00E+00	8,5E-05	9,40492E-07	0,00372435	0,0027086	1,375	1063273,5	11814,15
			105	4	8,5E-05	2,00E+00	8,5E-05	8,06136E-07	0,00372435	0,0027086	1,375	1240485,75	11814,15
			120	4	8,5E-05	2,00E+00	8,5E-05	7,05369E-07	0,00372435	0,0027086	1,375	1417698	11814,15

Variable
tiempo a
25°C.



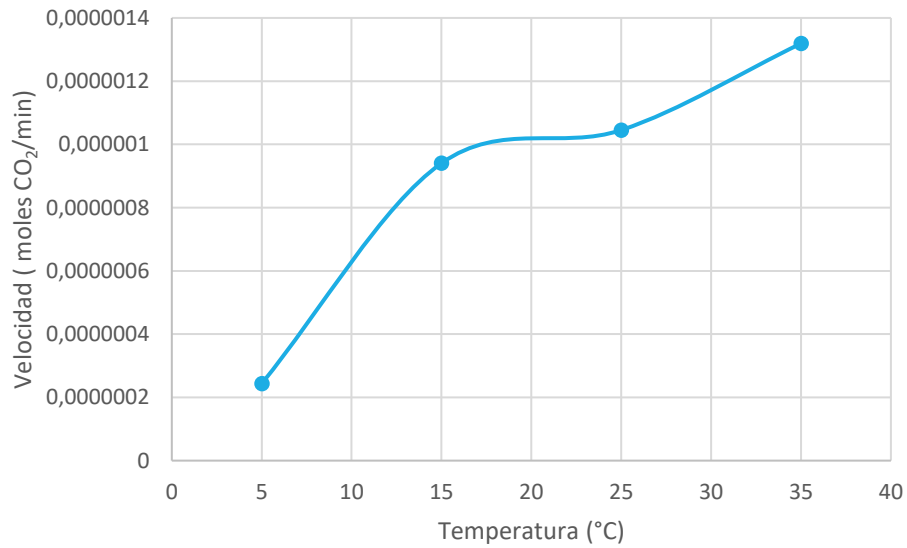
Semilla	No de semillas	T °C	Tiempo min	V mL	Δvol	mol CO2	mol O2	Velocidad	g CO2	g O2	RQ	1/velocidad	1/concentración	
Maní	30	25	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			15	2,2	0,2	8,181E-06	8,181E-06	5,45E-07	0,000359943	0,00026178	1,375	1833622,5	122241,5	
			30	2,5	0,5	2,045E-05	2,045E-05	6,82E-07	0,000899858	0,00065444	1,375	1466898	48896,6	
			45	3	1	4,09E-05	4,09E-05	9,09E-07	0,001799716	0,00130888	1,375	1100173,5	24448,3	
			60	3,5	1,5	6,135E-05	6,135E-05	1,02E-06	0,002699574	0,00196333	1,375	977932	16298,8667	
			75	4	2	8,181E-05	8,181E-05	1,09E-06	0,003599432	0,00261777	1,375	916811,25	12224,15	
			90	4,3	2,3	9,408E-05	9,408E-05	1,05E-06	0,004139347	0,00301043	1,375	956672,609	10629,6957	
			105	4,3	2,3	9,408E-05	9,408E-05	8,96E-07	0,004139347	0,00301043	1,375	1116118,04	10629,6957	
			120	4,3	2,3	9,408E-05	9,408E-05	7,84E-07	0,004139347	0,00301043	1,375	1275563,48	10629,6957	



Variable temperatura

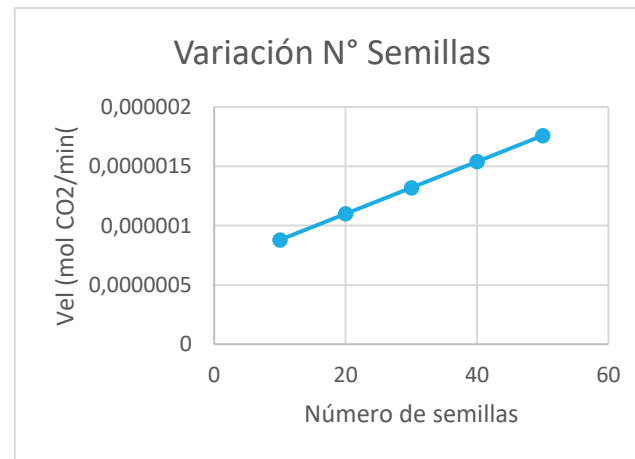
Semilla	No de semillas	Tiempo (min)	Temperatura °C	V mL	ΔVolumen	Temperatura °K	mol CO2	mol O2	Velocidad	g CO2	g O2	RQ	1/velocidad	1/concentración
Maní	30	90	5	2,5	0,5	278,15	2,19E-05	2,19E-05	2,43576E-07	0,00096456	0,0007015	1,375	4105494	45616,6
			15	4	2	288,15	8,46E-05	8,46E-05	9,40492E-07	0,00372435	0,0027086	1,375	1063273,5	11814,15
			25	4,3	2,3	298,15	9,41E-05	9,41E-05	1,04529E-06	0,00413935	0,0030104	1,375	956672,609	10629,6957
			35	5	3	308,15	1,E-04	1,E-04	1,31918E-06	0,00522394	0,0037992	1,375	758049	8422,76667

Variación Temperatura

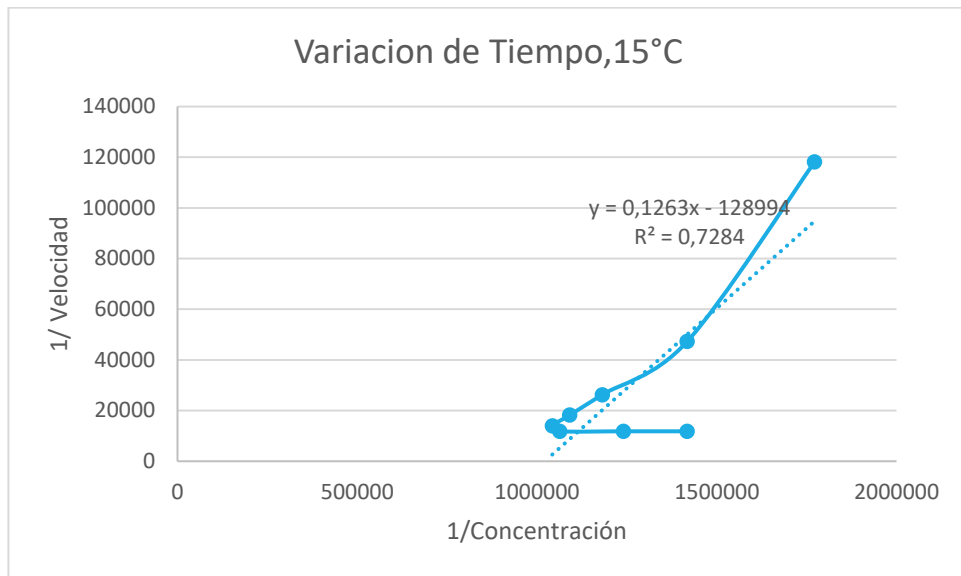


Variable número de semillas

Semilla	Temperatura °C	t min.	Número de semillas	V mL	Δ volumen	mol CO2	mol O2	velocidad	g CO2	g O2	RQ	1/velocidad	1/sustrato
Maní	35	90	10	4	2	7,915E-05	7,915E-05	8,79E-07	0,003482624	0,00253282	1,375	1137073,5	12634,15
			20	4,5	2,5	9,894E-05	9,894E-05	1,1E-06	0,004353281	0,00316602	1,375	909658,8	10107,32
			30	5	3	0,0001187	0,0001187	1,32E-06	0,005223937	0,00379923	1,375	758049	8422,76667
			40	5,5	3,5	0,0001385	0,0001385	1,54E-06	0,006094593	0,00443243	1,375	649756,286	7219,51429
			50	6	4	0,0001583	0,0001583	1,76E-06	0,006965249	0,00506564	1,375	568536,75	6317,075



Proponga la K_M y V_{\max}



$$y = mx + b$$

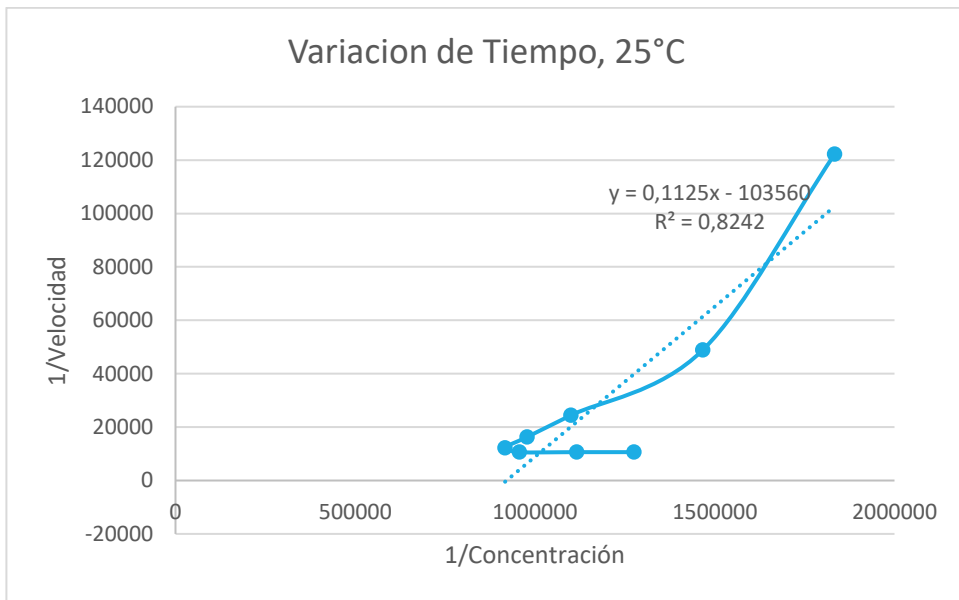
$$\frac{1}{V} = \frac{K_M}{V_{\max}} * \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{\max}}$$

$$b = \frac{1}{V_{\max}} \rightarrow V_{\max} = \frac{1}{b} \rightarrow V_{\max} = \frac{1}{-128994}$$

$$V_{\max} = -7,7523E - 06 \frac{\text{moles de } O_2}{\text{min}}$$

$$m = \frac{K_M}{V_{\max}} \rightarrow K_M = m * V_{\max} = -7,7523E - 06 * 0,1263$$

$$K_M = -9,79115E - 07 \text{ moles}$$



$$y = mx + b$$

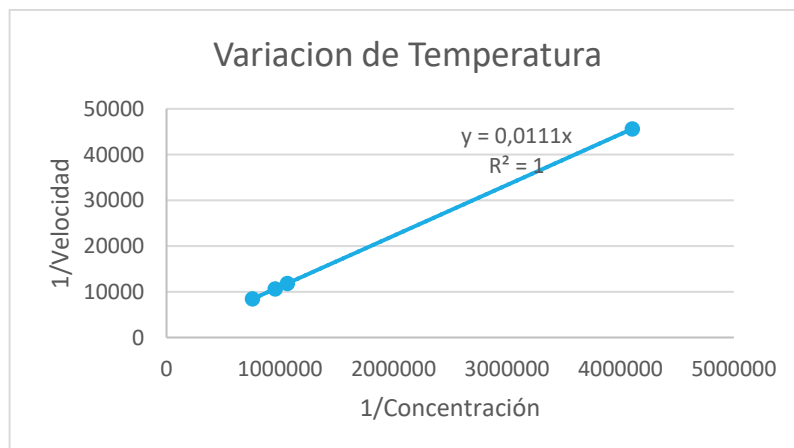
$$\frac{1}{V} = \frac{K_M}{V_{m\acute{a}x}} * \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{m\acute{a}x}}$$

$$b = \frac{1}{V_{m\acute{a}x}} \rightarrow V_{m\acute{a}x} = \frac{1}{b} \rightarrow V_{m\acute{a}x} = \frac{1}{-103560}$$

$$V_{m\acute{a}x} = -9,65624E - 06 \frac{\text{moles de } O_2}{\text{min}}$$

$$m = \frac{K_M}{V_{m\acute{a}x}} \rightarrow K_M = m * V_{m\acute{a}x} = -9,65624E - 06 * 0,1125$$

$$K_M = -1,08633E - 06 \text{ moles}$$

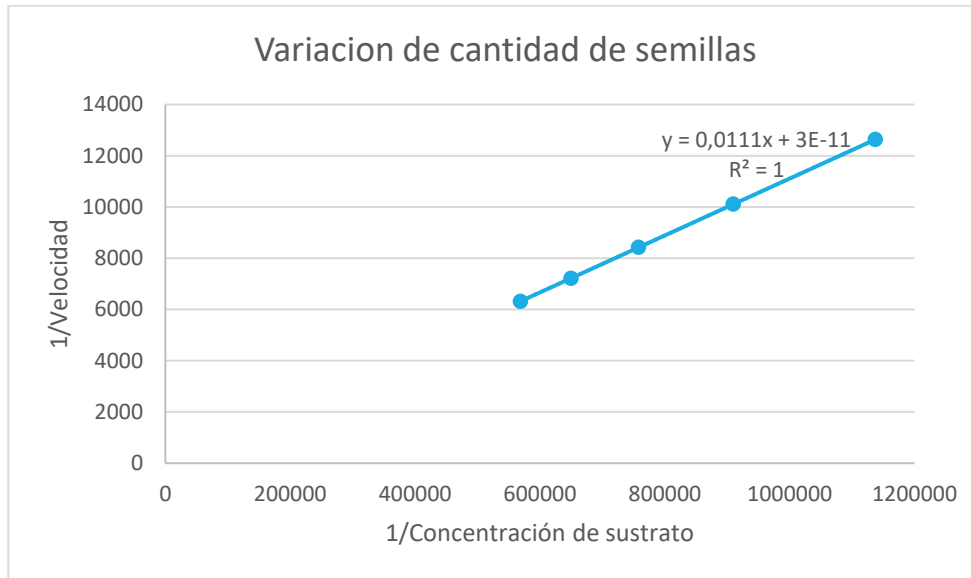


$$y = mx + b$$

$$\frac{1}{V} = \frac{K_M}{V_{m\acute{a}x}} * \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{m\acute{a}x}}$$

$$b = \frac{1}{V_{m\acute{a}x}} \rightarrow V_{m\acute{a}x} = \frac{1}{b}$$

$$m = \frac{K_M}{V_{m\acute{a}x}} \rightarrow K_M = m * V_{m\acute{a}x}$$



$$y = mx + b$$

$$\frac{1}{V} = \frac{K_M}{V_{m\acute{a}x}} * \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{m\acute{a}x}}$$

$$b = \frac{1}{V_{m\acute{a}x}} \rightarrow V_{m\acute{a}x} = \frac{1}{b} \rightarrow V_{m\acute{a}x} = \frac{1}{3E - 11}$$

$$V_{m\acute{a}x} = 3,33E + 10 \frac{\text{moles de } O_2}{\text{min}}$$

$$m = \frac{K_M}{V_{m\acute{a}x}} \rightarrow K_M = m * V_{m\acute{a}x} = 3,33E + 10 * 0,0111$$

$$K_M = 3,70E + 08 \text{ moles}$$

Analice todos los resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede ver que, al realizar estudios de respiración, en los cuales se puede determinar la tasa de respiración en términos de consumo de oxígeno o producción de dióxido de carbono, donde el RQ es de 1,375 para este caso, con esta tasa de respiración se puede interpretar que la respiración dependerá de las características propias de la fruta o verdura, y de las condiciones ambientales.