

Universidad Nacional
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Escuela de Ciencias Biológicas
Escuela de Química
Departamento de Física

Centro de Investigación y Docencia en Educación
División de Educología

**Proyecto Final de Gradación Presentado bajo la Modalidad de Tesis para Optar por
el Grado de Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias**

Título:

**Estrategia didáctica basada en el aprendizaje activo para el abordaje de los temas de
Fotosíntesis y Respiración Celular en el curso de Biología General de la Universidad
Nacional, Costa Rica.**

Julio Zúñiga Marín (304530093)

Tutor:

Lic. Nancy Villalobos Sandí

Asesores

Ph. D. Roberto Cordero Solórzano

Dra. Adriana Zúñiga Meléndez

Campus Omar Dengo

Heredia, Costa Rica

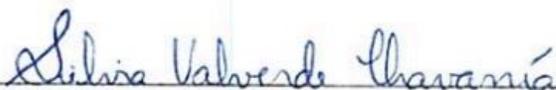
Mayo, 2023

Este trabajo de graduación fue Aprobada por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias.



Dra. Lilliana Piedra Castro

Representante, Decano, quién preside



M.Sc. Silvia Valverde Chavarria

Representante de la Dirección de la (ECB)



Licda. Nancy Villalobos Sandi

Tutora



Dr. Roberto Cordero Solórzano

Asesor



Dra. Adriana Zúñiga Meléndez

Asesora



M.Sc. Emilia Calvo Vargas

Invitada Especial

Resumen

La presente investigación tuvo como propósito diseñar una intervención didáctica para los contenidos de fotosíntesis y respiración celular desarrollados en el curso de Biología General para estudiantes de la carrera de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional mediante un enfoque mixto y un tipo de estudio cuasi-experimental. La población de estudio estuvo conformada por 24 estudiantes universitarios de primer año de la carrera, así como los profesores de la cátedra del curso. Se aplicó un test y un registro anecdótico dirigido a los estudiantes y un cuestionario a los docentes. Entre los principales resultados se evidencia un bajo dominio de los conocimientos básicos sobre los contenidos abordados por parte de los estudiantes y prácticas de laboratorio con reiteración de estrategias de aprendizaje y limitación en el manejo de los equipos. Como productos se obtuvo una estrategia de intervención didáctica con un enfoque a los contenidos de fotosíntesis y respiración celular que puede ser utilizable como una propuesta alternativa para abarcar estos a nivel universitario. Entre las recomendaciones propuestas están ampliar los temas de la intervención didáctica, aplicar la intervención a estudiantes no solo de la carrera de Enseñanza de las Ciencias sino también para estudiantes que cursan la carrera de Biología y otras, de manera que se pueda mejorar las estrategias didácticas para la comprensión de los temas que se proponen en el plan de estudio del curso de biología general.

Agradecimientos

A la Licda. Nancy Villalobos Sandí por su paciencia, su disponibilidad incondicional, asesoramiento, sugerencias y por la motivación que me brindo en cada momento durante este proyecto. Muchas gracias profe de corazón.

A la Dra. Adriana Zúñiga Meléndez y el Dr. Roberto Cordero Solórzano por su asesoramiento durante este proceso de investigación, por sus valiosas aportaciones y sugerencias a este trabajo.

Agradezco a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo y consejos durante este proceso.

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a mi familia especialmente a mi madre Marielos Marín Gómez, por estar siempre alentándome en todo momento por sus sabios consejos y sus enseñanzas ya que por ella soy quien soy, además ser una de las personas más importantes de mi vida. A mi hermana Kimberly Zúñiga Marín por estar siempre presente en cualquier situación y apoyo incondicional, además de ser referencia en mi vida. Finalmente, a todas aquellas personas que estuvieron a lo largo de este proceso universitario, por sus consejos y amistad que espero que perduren por siempre.

Índice

Resumen.....	II
Agradecimientos.....	III
Dedicatoria.....	IV
Índice.....	V
Índice de Cuadros.....	VI
Índice de figuras.....	VII
Abreviaturas o acrónimos.....	VIII
CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 Antecedentes	12
1.1.1 Aprendizaje activo.....	12
1.1.2 Didáctica de la Fotosíntesis y Respiración.....	13
1.2. Justificación	15
1.3 Problema	17
1.4 Objetivos	18
1.4.1 Objetivo General	18
1.4.2 Objetivos Específicos.....	18
CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO	19
2.1 Teorías Cognitivas de Enseñanza-Aprendizaje.....	19
2.1.1 Constructivismo.....	19
2.1.2 Aprendizaje Significativo	20
2.2 Modelos utilizados en la Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias Naturales	21
2.3 Estrategias de Enseñanza-Aprendizaje en las Ciencias Naturales.....	24
2.3.1 Aprendizaje Activo	24
2.3.2 Tipos de Aprendizaje Activo	25
2.4 Didáctica de la Fotosíntesis y la Respiración Celular.....	26
2.5 Conocimientos de la Fotosíntesis y Respiración celular	28
2.6 Habilidades Científicas	30
CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO	32
3.1 Paradigma.....	32

3.2 Enfoque	32
3.3 Tipo de estudio.....	33
3.4 Fase I: Caracterización de conocimientos, habilidades y estrategias didácticas.	34
3.4.0 Descripción de las categorías y subcategorías	34
3.4.1 Conocimientos y habilidades previas.....	34
3.4.2 Estrategias de mediación y evaluación utilizadas para abordar los contenidos del curso.	35
3.4.3 Conocimientos y habilidades post de los temas Fotosíntesis y Reparación Celular	36
3.5 Fase II: Diseño cuasi-experimental.....	36
3.5.1 Variable dependiente e independiente	36
3.5.2 Hipótesis.....	37
3.6 Fuentes de Investigación.....	37
3.7 Población y muestra.....	38
3.8 Descripción de Instrumentos	38
3.8.1 Pretest y Postest.....	38
3.8.2 Cuestionario	39
3.8.3 Registro Anecdótico	39
3.9 Criterios de validación.....	39
3.10 Descripción del análisis realizado.....	40
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	41
4.1 Categoría: Conocimientos y habilidades previas.	41
4.2 Categoría: Estrategias de mediación y evaluación utilizadas para abordar los contenidos del curso.....	44
CAPÍTULO 5. INTERVENCIÓN DIDÁCTICA	65
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
6.1 Conclusiones.....	69
6.2 Recomendaciones	70
CAPÍTULO 7. REFERENCIAS	71
CAPÍTULO 8. ANEXOS	78
Anexo 1. Pretest dirigido para los estudiantes del curso de biología general de la carrera de enseñanza de las ciencias.....	78
Anexo 2. Cuestionario dirigido para los docentes de la cátedra de biología general.	84
Anexo 3. Registro anecdótico dirigido para estudiantes del curso de biología general de la carrera de enseñanza de las ciencias.	88

Anexo 4. Matriz de coherencia	90
Anexo 5. Postest dirigido para los estudiantes del curso de biología general de la carrera de enseñanza de las ciencias.....	91

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Roles del docente y de los estudiantes en los modelos utilizados en la enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales.	23
Cuadro 2. Tipos de Aprendizaje activo, descripción y objetivos utilizados en las ciencias naturales.	25
Cuadro 3. Conocimientos teóricos de la Fotosíntesis y Respiración celular.	29
Cuadro 4. Habilidades científicas en los temas de Fotosíntesis y Respiración celular.....	31
Cuadro 5. Promedio de ítems de la subcategoría conocimientos conceptuales obtenidos del Pretest.	42
Cuadro 6. Frecuencia relativa porcentual de valoración de las aplicaciones y el desarrollo de habilidades científicas.	43
Cuadro 7. Experiencia docente del curso de Biología General para la carrera de Enseñanza de las Ciencias.....	45
Cuadro 8. Recursos didácticos utilizados antes y durante el desarrollo de clases por los docentes de la cátedra de Biología General.	46
Cuadro 9. Estrategias didácticas utilizadas por el docente de teoría de la cátedra de Biología General.	48
Cuadro 10. Estrategias didácticas utilizadas por los docentes de laboratorio de la cátedra de Biología General.	49
Cuadro 11. Estrategias de evaluación utilizados por el docente de teoría de la cátedra de Biología General.	50

Cuadro 12. Estrategias de evaluación utilizadas por los docentes de laboratorio de la cátedra de biología general.	51
fiji	
Cuadro 13. Comparación de los promedios de la subcategoría conocimientos conceptuales obtenidos del instrumento Postest.	54
Cuadro 14. Frecuencia relativa porcentual de valoración de las aplicaciones y el desarrollo de habilidades científicas.	55
Cuadro 15. Comparación de los promedios de la subcategoría conocimientos conceptuales obtenidos del grupo control.	56
Cuadro 16. Comparación de los promedios de la subcategoría conocimientos conceptuales obtenidos de los grupos experimentales.	57
Cuadro 17. Frecuencia relativa porcentual total de valoración de las aplicaciones y el desarrollo de habilidades científicas del grupo control.	58
Cuadro 18. Frecuencia relativa porcentual total de valoración de las aplicaciones y el desarrollo de habilidades científicas de los grupos experimentales.	59
Cuadro 19. Promedios totales de los ítems de toda la prueba del pretest y postest.	¡Error!
Marcador no definido.	

Índice de Figuras

Figura 1. <i>Resumen de los recursos, estrategias didácticas y evaluación obtenidas del cuestionario.</i>	53
Figura 2. <i>Diseño estadístico para aplicación de las T-student contrastando el grupo control con el tratamiento.</i>	61
Figura 3. <i>Comparación de las medias de los grupos control, experimental A y experimental B por medio de la prueba estadística T-student.</i>	62
Figura 4. <i>Comparación de las notas finales de los tres grupos evaluados para la intervención didáctica.</i>	64

Abreviaturas o acrónimos

ABP	Aprendizaje Basado en Problemas
UNA	Universidad Nacional
MCE	Modelo Científico Escolar
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicación
ANDEVA	Análisis de Varianza
CD	Competencia Digital
PIC	Promedio de Ítems Correctos
PII	Promedio de Ítems Incorrectos
PIS	Promedio de Ítems Sin responder
P1	Profesor 1
P2	Profesor 2
P3	Profesor 3

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

1.1.1 Aprendizaje activo

Regalado et al. (2014), implementaron una estrategia de enseñanza-aprendizaje basada en aprendizaje activo en México. Dicha investigación se desarrolló utilizando el aprendizaje colaborativo, aprendizaje guiado y aprendizaje cooperativo para evaluar aspectos como la integración de conocimientos, grado de cumplimiento en la solución de problemas y desenvolvimiento de capacidades laborales. Este diseño fue trabajado con estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Acuicultura de la Universidad del Mar en Oaxaca. Dentro de este estudio se concluyó que las actividades de aprendizaje activo propuestas fueron exitosas e incrementaron el número de estudiantes aprobados en los cursos de química y computación en el año 2013.

Leupin (2016), mediante un análisis bibliográfico, investigó si en las universidades utilizan una pedagogía o métodos activos como metodología en la enseñanza-aprendizaje en Chile. En este trabajo identificó tres programas de investigación, centrado en el desarrollo de personas, en la pedagogía de las competencias y en el cambio pedagógico, concluyendo que el uso de metodologías activas se han empleado a lo largo de la historia pedagógica, aparecen hoy en día como la respuesta ante los problemas de mejoramiento en la enseñanza universitaria entendiéndose esta última como procesos de enseñanza-aprendizaje más efectivos, además hacen énfasis en el protagonismo que debe de tener los educandos en su propio proceso de formación.

En tanto que, Zepeda *et al.* (2016) propusieron una metodología que utiliza la gamificación y el aprendizaje activo en estudiantes universitarios de primer ingreso en México, con el objetivo de cambiar la evaluación y las actividades dentro del aula. Los investigadores concluyeron que el diseño de actividades de diferentes niveles de complejidad puede integrar diversos enfoques de aprendizaje involucrando a los educandos de forma más activa en sus procesos de aprendizaje.

En la misma línea, Mingorance et al. (2017) implementaron el método de aula invertida basado en aprendizaje activo en futuros docentes de Física en España, con la finalidad de comparar la metodología propuesta apoyada de recursos tecnológicos, con los métodos tradicionales apoyados con actividades y clases magistrales utilizados por los docentes. Los autores concluyen que existe un mejoramiento de las calificaciones, un aumento de porcentaje de aprobación de los cursos y una disminución de la cantidad de estudiantes que dejan los cursos abandonados.

Por otro lado, Moreno y Martínez (2017) diseñaron una metodología didáctica basada en aprendizaje activo para la enseñanza-aprendizaje de las Leyes de Newton, en Colombia. La investigación tenía como objetivo analizar el avance o ganancia conceptual sobre la temática trabajada, además del planeamiento de predicciones frente a una situación o experimento aplicado a estudiantes de secundaria. Según los autores, esta estrategia contribuyó con el mejoramiento de la enseñanza-aprendizaje dentro del aula ya que se abordaron los conceptos propuestos desde ideas previas y se fortalecieron los espacios de discusión y contrastación de hipótesis a partir de la experimentación.

Aristizal y Ramos (2018) realizaron una investigación basada en aprendizaje activo en Colombia, con el propósito de mejorar la psicomotricidad y el trabajo en grupo. Ésta se enfocó en una investigación-acción mediante una intervención didáctica. La población meta fueron estudiantes de secundaria, cuya selección se llevó a cabo mediante muestreo por conveniencia con los criterios de accesibilidad y proximidad de los sujetos. Se concluye que la intervención pedagógica mejoró características en los estudiantes como la expresión corporal, diálogo, escucha e indagación, de acuerdo con su edad y su cumplimiento de tareas asignadas.

1.1.2 Didáctica de la Fotosíntesis y Respiración

Alzate et al. (2014) desarrollaron en Colombia una investigación para identificar los modelos explicativos que usan los estudiantes universitarios para comprender el significado de respiración y conocer los posibles obstáculos epistemológicos de este contenido. Lo cual se concluyó que para el desarrollo de la enseñanza-aprendizaje la descripción de los modelos explicativos de los educandos contribuye como punto de inicio para pensar y planear la enseñanza.

En la misma línea, Monguí (2014), elaboró un instrumento para la enseñanza-aprendizaje de la respiración celular en Colombia. La construcción de este trabajo está basada en los preconceptos que tienen los estudiantes de secundaria acerca de este contenido, además se fundamenta en la enseñanza para la comprensión que tiene como propósito encaminar a los estudiantes hacia un aprendizaje donde el conocimiento adquirido pueda aplicarse y relacionarse con el contexto, permitiendo procesos de metacognición. Se concluyó que es necesario renovar las actividades tradicionales utilizadas dentro del aula para cambiar la transmisión de la información hacia la incorporación de conocimientos asimismo para evitar la confusión con otros procesos como la fotosíntesis.

Paredes (2016) desarrolló en Chile una investigación en la cual utilizó el tema de fotosíntesis con un método de aprendizaje basado en problemas (ABP). Dentro de la metodología utilizó el estudio etnográfico para la recolección de datos en estudiantes de dos colegios. Según el autor la metodología implementada permitió mayor independencia en el proceso de aprendizaje, ya que, lograron desarrollar compromiso dentro de los grupos de trabajo, compartiendo saberes y aprendiendo de sus compañeros, además esta metodología compromete al docente en la preparación de los materiales.

Castañeda y Suárez (2016) elaboraron una unidad didáctica para abordar el tema de fotosíntesis y respiración en estudiantes de secundaria en Colombia, con el objetivo de buscar relaciones entre los conocimientos previos y los aprendidos, además vivenciar el aprendizaje mediante modelos didácticos por medio de la resolución de problemas y trabajos en el laboratorio. Finalmente, los autores concluyeron que la implementación de este trabajo permitió identificar las concepciones, el nivel de profundidad y el poder explicativo de las construcciones sobre el contenido a partir de las interacciones con las actividades propuestas.

De igual manera, Del Pilar et al. (2017) realizaron una investigación en Colombia, sobre las dificultades epistemológicas que presentan los educandos con respecto al concepto de fotosíntesis. Estos autores finalizaron su investigación mencionando que los estudiantes universitarios presentaron ideas con poca argumentación en sus respuestas, por lo que se debe hacer énfasis en investigar los obstáculos encontrados para mejorar el proceso de aprendizaje y así generar estrategias para la superación de éstos y crear espacios de reflexión y crítica constructiva para enriquecer el conflicto sociocognitivo.

En Argentina, PÉrgola y Galagovsky (2019) realizaron un estudio de indagación para conocer las concepciones que tienen los estudiantes universitarios del curso de biología cuando se realizan analogías como parte de una metodología didáctica sobre la comparación entre la reacción química de combustión y el proceso de respiración celular. Los autores mencionan que este trabajo evidenció obstáculos del aprendizaje que van desde el discurso del profesor, la utilización de libros de texto hasta los estudiantes que operan este contenido de una manera memorística.

De los estudios anteriores, se puede tener una perspectiva de que los temas de fotosíntesis y la respiración celular son procesos complejos tanto para los docentes como los estudiantes a nivel universitario, por lo tanto, hacer hincapié en la utilización de metodologías activas permiten una mejor integración de los aprendizajes y fomentan una mayor participación estudiantil.

1.2. Justificación

La fotosíntesis y la respiración celular son la clave para comprender parte del funcionamiento de nuestro planeta, ya que tienen gran relevancia dentro de los procesos biológicos tales como la fijación de carbono, ciclos biogeoquímicos, conversión de nitrógeno molecular atmosférico y la producción de biomasa, los cuales están inmersos en una serie de fenómenos, mecanismos y reacciones que poseen todos los seres vivos (Brown y Schwartz, 2009)

Estos temas de gran relevancia para el funcionamiento de la vida en el planeta han sido incorporados en los planes de estudio de las diferentes modalidades educativas a nivel del MEP. Sin embargo, existen problemas en la enseñanza-aprendizaje de éstos, empezando por el mal manejo de los conceptos y de los procesos involucrados, que generan una serie de vacíos cognitivos.

Asimismo, la comprensión de la fotosíntesis y la respiración celular representadas por una serie de procesos que tienen alta complejidad por sí solos. Muchos de los y las profesoras de primaria, secundaria y universidad no dominan por completo estos temas lo que trae consigo un arrastre de errores que se ven influenciados en los estudiantes a largo plazo MoguÍ (2014). Además, se debe mencionar que esta dificultad de entendimiento también puede estar

relacionada con la manera en cómo se enseña ya que muchos de los profesores utilizan técnicas mecánicas-memorísticas haciendo estos procesos más complejos para los estudiantes. Por consiguiente, Moguá (2014) menciona que:

“Existe una deficiencia en la formación científica de los docentes alrededor del tema de respiración y fotosíntesis; inadecuada o insuficiente preparación didáctica del profesorado; currículo no actualizado o enfocado en planteamientos tradicionales; mallas curriculares o planeaciones de clase basadas en contenidos, concepciones antropocéntricas que presentan al hombre como el modelo de los organismos vivos descartando lo que pasa con otros organismos o se desconoce los procesos que se dan en ellos, un ejemplo de ello es el generalizado desconocimiento de la respiración en las plantas”. (p.50)

Para esto resulta fundamental replantear y actualizar las formas en las que los profesores abordan sus prácticas de aula, especialmente en los procesos de formación inicial (universidad) si lo que se espera lograr son cambios en los futuros profesionales.

En este sentido, trabajar en estrategias o metodologías con un enfoque de aprendizaje activo se transforma en una oportunidad si lo que se pretende es desarrollar e implementar prácticas de aula con las que se pueda abarcar conceptos, procedimientos, desarrollo de conocimientos y habilidades científicas en los estudiantes universitarios, permitiendo a su vez aportar un cambio en las metodologías tradicionalmente utilizadas en el curso de inicio de las carreras.

La enseñanza de ambos temas a nivel universitario inicia con el curso de Biología General, el cual se imparte en carreras como Enseñanza de las Ciencias, Biología y sus tres énfasis, Ingeniería en Bioprocesos Industriales e Ingeniería Agronómica. En todas estas carreras este curso se desarrolla durante el primer año de estudios. El mismo consta de una sesión de teoría en donde se desarrollan los contenidos y se analizan las bases teóricas de los ejes temáticos, por otra parte, la sesión de laboratorio el estudiante desarrolla prácticas relacionadas con la temática vista en la teoría permitiendo el desarrollo de destrezas en el uso de equipo, ejecución de experimentos, recolecta de resultados y análisis.

Tanto la temática de fotosíntesis como de respiración celular se impartieron en una sesión semanal cada una, en donde en la teoría, el profesor desarrolló una clase magistral con participación de los estudiantes, pero en forma pasiva la mayoría de las veces. Los laboratorios se desarrollan con una práctica diseñada para cada tema e implementada desde hace muchos años.

En este sentido la presente investigación intervino en el proceso de formación inicial de los estudiantes de la carrera de enseñanza de las ciencias que cursaron la asignatura de biología general, mediante la construcción de una intervención didáctica basada en aprendizaje activo en la sesión experimental para la evaluación de una mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los temas de fotosíntesis y respiración a nivel universitario. Es importante recalcar que los temas utilizados generalmente presentan un nivel de complejidad superior a la hora de ser integrados por los estudiantes (Castañeda y Suárez, 2016). Así mismo investigaciones pedagógicas afirman que ambos temas presentan obstáculos epistemológicos que impiden ser comprendidos y que esto se atribuyen por la forma de cómo se abarca y se aprende ambos contenidos (Del Pilar et al. 2017).

1.3 Problema

¿Cómo implementar una propuesta didáctica basada en el aprendizaje activo que promueva el desarrollo de conocimientos y habilidades científicas en los estudiantes del curso de Biología General, durante del abordaje de los temas de fotosíntesis y respiración celular?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar una propuesta didáctica basada en el aprendizaje activo que promueva el desarrollo de conocimientos y habilidades científicas en los estudiantes del curso Biología General, durante el abordaje de los temas de fotosíntesis y respiración celular

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar los conocimientos y habilidades previas que poseen los estudiantes en los temas de fotosíntesis y respiración celular.

2. Identificar las estrategias de mediación y evaluación que comúnmente utilizan los profesores de la cátedra de Biología General al abordar los temas de fotosíntesis y respiración celular.

3. Implementar una intervención didáctica basada en aprendizaje activo para los estudiantes de enseñanza de las ciencias matriculados en el curso de Biología General en los temas de fotosíntesis y respiración celular.

4. Evaluar la eficiencia de la intervención didáctica basada en aprendizaje activo como herramienta para el abordaje de los temas de fotosíntesis y respiración celular.

CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

A continuación, se realizó un repaso teórico sobre los principales temas a tomar en cuenta en esta investigación; inicialmente, las Teóricas Cognitivas de Enseñanza-Aprendizaje, Modelos educativos de Ciencias Naturales, Estrategias de Aprendizaje en la Ciencias Naturales, Didáctica de la Fotosíntesis y Respiración Celular y por último se definieron los conceptos de Conocimientos, Habilidades y Actitudes.

2.1 Teorías Cognitivas de Enseñanza-Aprendizaje

Las teorías cognitivas en la actualidad buscan explicar de forma detallada las metodologías y estrategias de enseñanza-aprendizaje que dan énfasis a la adquisición de conocimientos y estructuras mentales, además de la conceptualización de los procesos en los estudiantes (Saldarriaga et al. 2016). De las teorías cognitivas más representativas está el constructivismo y el aprendizaje significativo que se desarrollaron a continuación.

2.1.1 Constructivismo

Con el cambio de los modelos conductistas a cognitivistas se da origen a dos teorías, la primera conocida como Procesamiento de la información, que propone la necesidad de instruir habilidades metacognitivas y cognitivas a los estudiantes, para que obtengan una independencia en sus modos de aprendizaje pasando de ser reproductor de información a un sujeto activo en su educación; y la segunda teoría el Constructivismo, que propone la transformación, interpretación e integración del conocimiento. Además, compromete al docente a inducir a sus estudiantes a continuas confrontaciones cognitivas donde la información aprendida tenga la suficiente complejidad para que el educando supere los problemas cognitivos (Rojas et al.2016).

Asimismo, Zapata (2015), mencionó que bajo un marco constructivista los estudiantes presentan características más autorregulas y autónomas de su proceso de aprendizaje donde se no se limitan a copiar la información brindada si no que la construyen (constructivismo), a partir de experiencias previas para atribuirle significado a los contenidos y así poder obtener un conocimiento nuevo con sentido adquirido. Como consecuencia el papel de los docentes debe de cambiar, ya que, pasaría de brindar conocimientos, a participar del proceso de construcción del conocimiento junto con los estudiantes.

Desde una perspectiva constructivista el docente se orienta como tutor del proceso de enseñanza provocando situaciones cognitivas en los estudiantes los cuales toman un papel protagónico en su aprendizaje donde incluso se promueve que los estudiantes duden de sus propios pensamientos y sientan la obligación de indagar en la formulación de nuevas respuestas (Rojas et al. 2014).

Por otro lado, existe una concepción errónea de la teoría del constructivismo, ya que, algunos docentes tienden a confundir que este proceso se trata de proporcionar insumos teóricos y que los estudiantes se encarguen de construir el conocimiento a su propio ritmo y al final ambas partes llegan a conclusiones llamando a esto una construcción de conocimiento. Por el contrario, este enfoque en realidad lo que plantea es que exista una interacción entre los profesores y los estudiantes donde se dé un intercambio dialéctico entre conocimientos, con la finalidad de llegar a una síntesis productiva para obtener un aprendizaje (Almenara y Cejudo, 2015).

Finalmente, la teoría constructivista a pesar de que hace énfasis en el protagonismo del estudiante en su proceso de aprendizaje también es utilizado como base para que puedan originarse nuevas teorías como lo es el aprendizaje significativo el cual hace hincapié en procesos activos y conocer los saberes previos de los estudiantes para que sean incorporados en sus esquemas cognitivos.

2.1.2 Aprendizaje Significativo

El Aprendizaje Significativo es una teoría propuesta por el psicólogo y pedagogo David Ausubel que menciona que si la psicología educativa pudiese resumirse en un fundamento sería; “Que de todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante es lo que el alumno ya sabe. Averígüese eso y enséñese en consecuencia”, sin embargo, este principio es obviado en la actualidad. Por otro lado, el autor menciona que si un estudiante no tiene saberes previos apropiados para dar sentido a nuevos saberes y no participa del proceso de aprendizaje estos conocimientos son almacenados memorísticamente dando como resultado un aprendizaje mecánico que solo sirve a corto plazo y para dar respuestas a como fueron proporcionados por el profesor (Moreira, 2014, p. 46).

Como menciona, Walter et al. (2014), lo que hace aproximadamente significativo el contenido es su grado de incorporación con otras ideas previas en los estudiantes, por lo que la información proporcionada por el docente tiene que darse de manera ordenada y relacionada con distintos tipos de contenidos, además utilizando diferentes estrategias como ejemplo mapas conceptuales, resúmenes y analogías. Es importante mencionar que en esta teoría cognitiva el docente sigue teniendo el papel protagónico con la condición de que el material de clase se construye basándose en los saberes previos de los educandos.

La importancia de contemplar el aprendizaje significativo en las investigaciones demuestra que los conocimientos previos que tienen los estudiantes con respecto a un fenómeno social, natural o científico pueden ser muy diferente con lo que ellos conocen sobre el mismo acontecimiento provocando obstáculos para aprender y enseñar (Romero y Quesada, 2014). Por lo tanto, la investigación sobre esta teoría y su aplicación es de suma importancia por todo el trasfondo que trae el estudio de los conocimientos y experiencias de los estudiantes sobre contenidos.

Finalmente (Romero y Quesada, 2014), mencionan que:

“Ser conscientes de la influencia de las ideas previas de los alumnos y reflexionar sobre su origen nos puede permitir comprender mejor el modo en que los individuos desarrollan el conocimiento y diseñar aproximaciones más eficaces para promover el aprendizaje significativo de los conceptos y las teorías científicas” (p.2).

2.2 Modelos utilizados en la Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias Naturales

Las bases para el éxito en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales se originan a partir de la comprensión de los significados y conceptos cotidianos abstractos. Desde la indagación en áreas de ciencia cognitiva y psicología se ha señalado que apropiarse de experiencias reales producen una transformación en los modelos mentales de los educandos, así cuando se aprende ciencia de manera contextualizada, también produce un cambio de ese modelo mental transformándolo en un modelo científico (Vásquez y Olave, 2016).

Así que, la implementación de técnicas didácticas en ciencias se ha hecho cada vez más relevante, ya que, son de gran importancia para mejorar la representación de situaciones y comprender los contenidos que resultan difíciles de entender.

Modelo Tecnológico: Este modelo surge como mejoramiento del modelo tradicional cuyo objetivo es lograr el aprendizaje por contenidos, utilizando metodologías donde se generalice la información excluyendo las opiniones y la improvisación de los estudiantes. Este modelo se asocia con el método científico que utiliza estrategias activas para obtener conclusiones preliminares elaboradas por científicos (Vásquez y Olave 2016, Fernández y Vivar 2010, Altamar 2019).

Modelos Didácticos Alternativos o integradores: También conocido como “modelo Didáctico de Investigación en la Escuela” ya que, propone como finalidad educativa el enriquecimiento del contenido de los estudiantes, a partir de la formulación de problemas con el objetivo de obtener una perspectiva más crítica y compleja de la realidad social. En este modelo se puede desarrollar otros modelos como; Modelo Activo-situado, Aprendizaje para el dominio, Modelo contextual y Modelo Colaborativo (Fernández y Vivar, 2010).

Modelo de Socioformación: Prado (2018), (como se citó en Vygotsky, 1985) define:

“La socioformación como un nuevo enfoque de la educación, que tiene sus bases en el constructivismo social, articulando la epistemología de la complejidad. Desde el constructivismo social, los nuevos conocimientos se forman a partir de los propios esquemas de la persona producto de su realidad, y su comparación con los esquemas de los demás individuos que lo rodean” (p. 15).

Por consiguiente, este modelo es relativamente nuevo y tiene como objetivo formar profesionales con capacidades de trabajo en equipo, resolución de problemas complejos, entre otros, además propone desarrollar habilidades de competencia entre docentes y estudiantes con la finalidad de generar nuevas alternativas de solucionar problemas reales mediante proyectos, además la mediación se realiza a partir de algunas acciones claves enfocadas en resolver los retos que implica vivir en la sociedad actual como lo son; sensibilización, conceptualización, creatividad, gestión de recursos y resolución de problemas, entre otros (Parra, Tobón y López, 2015).

Perfiles que deben de tener los docentes y los estudiantes en cada modelo de las ciencias naturales.

Cuadro 1. Roles del docente y de los estudiantes en los modelos utilizados en la enseñanza aprendizaje universitaria de las ciencias naturales en América Latina.

Modelos	Rol del docente	Rol de estudiante
Tecnológico Según (Luz, Cristina y Manuel, 2016)	El docente es el principal protagonista del proceso de enseñanza-aprendizaje utilizando estrategias que se basan en el rigor, la calidad y buenos resultados del proceso de aprendizaje apoyado por medios tecnológicos.	Desarrolla habilidades con ayuda de medios tecnológicos para optimizar la comunicación, y desarrollo de prácticas virtuales para construcción de procesos innovadores. En este modelo el estudiante es pasivo en su proceso de aprendizaje.
Alternativo Según (Mancero y Verguillas, 2015)	Se enfoca en dar solamente contenidos con el objetivo que los estudiantes desarrollen un papel autónomo y activo, así mismo el docente colabora solo cuando los estudiantes lo necesiten, sin embargo, todavía se mantiene el perfil del profesor como figura principal del proceso de aprendizaje.	Se toma en cuenta los intereses de los estudiantes de manera individual para potenciar la participación en su aprendizaje. Además, se enfoca en construir un conocimiento autónomo para promover la responsabilidad, la capacidad creativa y sentido crítico de entender la realidad.
Socioformación Según (Prado, 2018).	La función principal es ser guía del proceso de enseñanza, construyendo metodologías para formar estudiantes críticos de su formación escolar.	El estudiante es protagonista de su proceso de aprendizaje formado para que pueda ser consciente de su realidad y tenga la capacidad de generar nuevos conocimientos además ser mejores personas.

Fuente: Elaboración propia.

2.3 Estrategias de Enseñanza-Aprendizaje en las Ciencias Naturales

Las estrategias de enseñanza son consideradas como: recursos o técnicas que implementa el docente para fomentar el aprendizaje en los educandos tomando en cuenta el grado de desarrollo cognitivo, factores emocionales y conocimientos previos (Rocha et al. 2014). Seguidamente se definirá aprendizaje activo y algunos tipos relevantes a la investigación.

2.3.1 Aprendizaje Activo

En la actualidad existe modelos de enseñanza-aprendizaje los cuales incitan a un cambio de estrategias hacia la adquisición de competencias y de protagonismo hacia el estudiante, donde las metodologías activas cobran relevancia impulsando a los educandos a que se comprometan en su propio aprendizaje (Rincón y Zorrilla, 2015).

El aprendizaje activo se define como “cualquier método de instrucción que involucra a los estudiantes en el proceso de aprendizaje. En resumen, el aprendizaje activo requiere que los estudiantes realicen actividades de aprendizaje significativas y piensen en lo que están haciendo” (Bonwell y Eison, 1991, p.18).

Asimismo, Prince (2004), menciona que en el aprendizaje activo se debe “*incluir actividades tradicionales como las tareas y las prácticas que son actividades que se introducen en el aula. Los elementos centrales del aprendizaje activo son la actividad del estudiante y su participación en el proceso de aprendizaje*” (p. 223).

Por lo tanto, la utilización de metodologías activas no siempre requiere de propuestas nuevas, ya que, las empleadas en clases se pueden modificar con la finalidad de encontrar formas ingeniosas y atractivas para ser planteadas de nuevo en las aulas, logrando que el estudiante pase a una condición activa del proceso de aprendizaje. Por ejemplo, la metodología de gamificación trabajada desde un enfoque de aprendizaje activo utiliza principios, reglas y procedimientos de juegos con la idea de diseñar actividades y prácticas dinámicas para abarcar los contenidos en clases (Contreras 2016).

En la misma línea, Freeman, et al. (2014), mencionan la importancia de la implementación de los métodos activos en las áreas de las ciencias, ingeniería y matemáticas y la utilización del uso de metodologías activas como aprendizajes cooperativo/colaborativo,

el método por proyectos, el ABP, el aprendizaje basado en equipos, la instrucción por pares y el aula invertida, ya que, estas propuestas aumentan y potencian el desarrollo de habilidades de pensamiento, así como la apropiación del conocimientos, e inciden en los índices de deserción en los cursos, provocando una mayor permanencia de los estudiantes en éstos.

2.3.2 Tipos de Aprendizaje Activo

A continuación, se mencionan algunos tipos de aprendizaje activo utilizados en ámbitos universitarios, además es importante mencionar que en todos los enfoques observados en la Cuadro 2, los estudiantes tienen una participación en su proceso de enseñanza-aprendizaje.

Cuadro 2. Tipos de Aprendizaje activo, descripción y objetivos utilizados en América Latina a nivel universitario en el campo de las ciencias naturales.

Tipos de Aprendizaje Activo	Descripción	Objetivo
Aprendizaje Autónomo (Paz, 2014).	Estrategia que se orienta en la aplicación de contenidos orientada en la resolución de problemas (RP).	Estudiantes más activos, analíticos, colaborativos, interdisciplinarios, reflexivos y autoregulados donde se construyan conocimientos y significados con sentido.
Aprendizaje Basado en Competencias (Dovala, 2014).	Estrategia de enseñanza que consiste en el fortalecimiento de los conocimientos y habilidades en relación con los contextos de la realidad donde se tiene que aplicar. Además, propone la modificación de la evaluación para dejar atrás la obtención de resultados de aprendizaje para dar paso a generación de herramientas que permitan administrar los aprendizajes.	Los estudiantes desarrollan la capacidad de aplicar los conocimientos y habilidades de manera activa y eficiente sobre tareas específicas, centrandose la evaluación en obtener evidencias de lo que conoce como desarrollo de una competencia.

Aprendizaje Colaborativo (Muñoz-Repiso <i>et al</i> , 2014).	Estrategia de enseñanza que implica el trabajo en grupo para resolver situaciones donde todos los actores son responsables del resultado.	El estudiante como actor principal del proceso de enseñanza-aprendizaje, además de obtener beneficios académicos, sociales, psicológicos, metacognitivos.
Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) (Vera, 2016).	Estrategia basada en principio de resolución de problemas como punto de partida para adquirir nuevos saberes.	Estudiantes más activos, mayor participación en el proceso de enseñanza, experiencia de trabajar sobre las soluciones de problemas, trabajo en grupo, habilidades sociales y de comunicación.

Fuente: Elaboración propia.

Es importante la utilización de estrategias didácticas basadas en aprendizaje activo dentro de la clase ya que permiten abordar contenidos que presenta procesos que demandan gran complicitad como lo son la fotosíntesis y respiración celular, siendo estos abarcados desde las diferentes metodologías activas que puede ser como las que se mencionaron en la Cuadro 2, además se pueden fomentar habilidades, conocimientos, destrezas, espacios de discusión y comunicación en los estudiantes.

2.4 Didáctica de la Fotosíntesis y la Respiración Celular

La fotosíntesis es un proceso bioquímico importante por el cual se producen nutrientes orgánicos ricos en energía a partir de moléculas inorgánicas simples que se encuentran en el ambiente. Según Barker y Carr, (1989), este tema es considerado como uno de los contenidos principales de las clases de biología escolar incluyéndolo en la mayoría de los programas de estudios. Stavy et al. (1987) y Waheed y Lucas, (1992) mencionan que “La fotosíntesis ha sido calificada como uno de los temas más difíciles para los estudiantes” (p. 384), ya que es un tema biológico complejo que si no se desarrolla de buena manera puede dar origen a malentendidos (Marmaroti y Galanopoulou, 2006).

En la misma línea, Södervik et al. (2014) mencionan que los docentes enseñan el contenido de acuerdo con su propio entendimiento y esto es reflejado a como ellos lo aprendieron de sus profesores. En Finlandia al igual que otros países presenta casos en los cuales los docentes tienen problemas para comprender contenidos y una de las razones es la utilización de libros ya que estudios previos han demostrado que los textos presentan problemas como oraciones cortas e incoherentes, además presentan conceptos científicos que para muchos estudiantes no tienen el conocimiento previo para comprender el tema.

La respiración celular es un proceso extenso, ya que, están inmersos en diferentes marcos de conocimiento (físicos, ecológicos y bioquímicos) y fenómenos (*“intercambio de gases, metabolismo celular y tisular, transporte electrones, procesos de oxidación-reducción, entre otros”*, (p.13)) que conllevan a la investigación de nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje que faciliten el análisis epistemológico de la respiración y todos los procesos que se encuentran inmerso en éste (Monguí, 2014).

Por lo tanto, Pérgola y Galagovsky (2019), definen la respiración celular como:

“Un proceso que se realiza en las células de todos los seres vivos, donde mediante un conjunto de reacciones bioquímicas se oxidan compuestos orgánicos completamente a dióxido de carbono y agua, generándose ATP durante el proceso. Además, interviene una secuencia de procesos donde intervienen glucosa y oxígeno, que comienzan por la glucólisis, y continúa con el ciclo de Krebs, cadena respiratoria y fosforilación oxidativa” (p.121).

El proceso de respiración celular en la educación está asociado a la ausencia de tener un carácter funcional, en las explicaciones, creando dificultades de comprensión integral y originando discursos descriptivos sobre esta temática, asimismo se requiere que en el estudio y el aprendizaje se establezcan asociaciones con otros procesos a nivel anatómico y celular. Además, la utilización de libros de texto pone en evidencia la respiración como un tema aparte, por ejemplo, se considera la respiración como proceso básicamente pulmonar; como un tema simple de intercambio gaseoso aislando los procesos energéticos del organismo (Restrepo y Valencia, 2014).

De este modo, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la biología según Castañeda y Suárez (2016), existen dificultades de comprensión de procesos y contenidos que incitan a

los estudiantes y profesores al uso excesivo de los libros de texto, ya que, se presentan problemas como la observación de la naturaleza desde una perspectiva científica, llevando a la elaboración de prácticas simples que traen consigo consecuencias en la contextualización, pensamiento estructural y complejo en temas como la fotosíntesis y respiración celular. Por lo tanto, la realización de estrategias de enseñanza-aprendizaje deben hacer énfasis en lo que piensa el estudiante sobre lo que aprende, lo que hace, escribe y comunica; y el conocimiento escolar.

2.5 Conocimientos de la Fotosíntesis y Respiración celular

Los conocimientos en el ámbito científico son considerados transmisioncitas ya que limitan espacios de comunicación que impide a los estudiantes desarrollar habilidades cognitiva-lingüísticas que les permita comunicar sus ideas a través del lenguaje. En las clases de ciencias muchos de los profesores siguen implementando prácticas con métodos tradiciones donde estas responden a conocimientos sobre los conceptos, hechos y teorías de la ciencia, fomentando conocimientos de primer orden como la reproducción, aplicación y comprensión del contenido (Muñoz y Charro, 2017).

Asimismo, se debe de tomar en cuenta que existen diferentes conocimientos a la hora de planificar las clases para saber los resultados se quiere obtener en práctica o una clase, uno de estos conocimiento son aquellos que son procedimentales dentro de los que se encuentra: reconocimiento y control de variables, muestreo, representación y comunicación de datos; también están aquellos conocidos como conocimientos epistémicos que permiten comprender y relacionar que tipo de conocimiento del contenido se utilizarán en un determinado momento, es decir, este tipo de conocimiento permite conocer las formas de cómo se construye un conocimiento y las múltiples formas de investigación ya sea inductiva o inferencia de la mejor solución (Muñoz y Charro, 2017).

En esta investigación los conocimientos a considerar y a ser desarrollados son aquellos propuestos en la Cuadro 3.

Cuadro 3. Conocimientos teóricos de la fotosíntesis y respiración celular desarrollados en secundaria y universidad según los planes de estudio en Centroamérica.

Conocimientos de la fotosíntesis	Conocimientos de la Respiración celular
Cloroplasto y su estructura. Según (Programa de estudio, 2017).	Mitocondria y su estructura (Programa de estudio, 2017).
Factores imprescindibles para el inicio del proceso (luz, CO ₂ , clorofila, agua), como también los productos de este (oxígeno, hidratos de carbono). Según (Rodríguez y Gómez, 2016).	Factores que influyen al inicio, durante y final del proceso (agua, CO ₂ , oxígeno, hidratos de carbono, ATP, NADH, FADH ₂) Según (Programa de estudio, 2017).
Fase luminosa sus funciones, su ubicación dentro de la organela y su interrelación entre ambos procesos. Según (Programa de estudio, 2017).	Glucólisis y degradación de la glucosa en condiciones aerobias y anaerobias, ciclo de Krebs, transporte de electrones y síntesis de ATP, así como todos los procesos que se encuentran inmersos (Programa de estudio, 2017 y Monguí, 2014)
Fotosistemas I y fotosistema II. Según (Programa de estudio, 2017).	

Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que los conocimientos mencionados en la Cuadro 3 son todos aquellos que se quiere trabajar, ya que, son los que propone la carta del estudiante y todos se basan en conocimientos teóricos. Además, se pretende desarrollar habilidades científicas con la intervención didácticas, la cual será abarcada en el siguiente apartado.

2.6 Habilidades Científicas

La enseñanza de las ciencias naturales tiene como objetivo promover que los estudiantes conozcan los fenómenos de la naturaleza que los rodea con el objetivo que éstos sean interpretados desde modelos científicos cada vez más actualizados y complejos, por lo tanto, los estudiantes tendrán que desarrollar habilidades que les permitan comprender y describir los fenómenos, y modelos científicos que exige el aprendizaje en este ámbito. Además, se debe tener en cuenta que el desarrollo de éstas se da de manera conjunta con los contenidos curriculares, un ejemplo son las habilidades cognitivas que hacen referencia a procesos cognitivos como analizar, comparar, clasificar, interpretar, deducir, entre otras (García y Martínez, 2014).

Existen otros tipos de habilidades que se desarrollan en el ámbito de las ciencias naturales como lo son las “habilidades de comprensión lectora” (p.11), que permite al estudiante identificar ideas y poder hacer un barrido (*scanning*) como método para extraer información de libros de texto, las “habilidades de visualización” (p.182), que consisten en disposiciones estables del sujeto, que son implementadas durante el desarrollo de actividades que permiten realizar procedimientos visuales (Alfaro y Santibáñez, 2015 y Ramírez y Flores, 2017).

Además, existen las “habilidades cognitivo-lingüísticas” (p.164), en la didáctica de las ciencias que tienen como objetivo mejorar la comprensión de resolución de problemas que dificultan el aprendizaje, por consiguiente, se realiza una grabación que permite apreciar las habilidades que se quieren desarrollar que van desde describir y explicar, a justificar y a argumentar (Martínez, Castro y García, 2018).

Anteriormente, se han mencionado algunos tipos de habilidades que se fomentan en el área de la ciencia, sin embargo, para esta investigación se pretende desarrollar aquellas propuestas en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Habilidades científicas propuestas por diferentes metodologías utilizadas por docentes universitarios en los temas de fotosíntesis y respiración celular en Centroamérica.

Habilidades en teoría	Habilidades en laboratorio
Formular preguntas, distinguiendo aquellas que pueden responderse a través de una investigación científica.	Formular preguntas, distinguiendo aquellas que pueden responderse a través de una investigación científica.
Relacionar la teoría con el medio ambiente y sus procesos naturales.	Plantear hipótesis y elaborar predicciones en base conellas.
Capacidad de comunicación asertiva con la finalidad de ayudar y discutir los conocimientos adquiridos con sus compañeros de clase.	Medir, recolectar y registrar datos en forma adecuada y pertinente con la pregunta de investigación.
Trabajo en grupo para llegar a una conclusión donde todos los integrantes se beneficien y aprendan sobre los procedimientos a aprender.	Elaborar conclusiones y establecer el rango en que las conclusiones de una investigación o experimento pueden considerarse válidas.
Evaluar conclusiones obtenidas o formular conclusiones alternativas.	Evaluar conclusiones obtenidas o formular conclusiones alternativas.

Fuente: Obtenido de Galaz y Weil (2014).

Las habilidades mencionadas anteriormente en la Tabla 4 pretenden ser promovidas durante la intervención didáctica enfocada durante el desarrollo de los temas de fotosíntesis y respiración celular.

CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Paradigma

La investigación se diseñó bajo el paradigma naturalista, que de acuerdo con Núñez (2017), lo define como un conjunto de valores, convicciones, teorías, modos de plantear problemas y resolverlos, que no se pueden ser explicados ni comprendidos en toda su extensión desde la metodología cuantitativa.

Por consiguiente, se utilizó el paradigma naturalista en esta investigación se trabajó con fuentes humanas, sus conocimientos y habilidades científicas, asimismo, se trató de comprender, cómo un proceso de intervención didáctica en los temas de fotosíntesis y respiración incidieron en el aprendizaje de estas temáticas.

3.2 Enfoque

El enfoque de la investigación fue mixto, ya que éste permitió recolectar y analizar información cuantitativa y cualitativa en una misma indagación con la finalidad de responder un planeamiento. Además, la utilización de este enfoque consideró que ambos métodos se utilizarán mezclándose entre sí en la mayoría de las fases con el objetivo de obtener datos que facilitaron la triangulación de los mismo permitiendo un mejor análisis de los resultados (Guelmes y Nieto, 2015).

En este enfoque se desarrolló en dos fases que se mencionan a continuación:

En la Fase I con un enfoque cualitativo en la cual se utilizó técnicas como la aplicación de instrumentos (cuestionario y registro anecdótico) para la recolección de datos relacionados con la caracterización de los estudiantes como también las estrategias didácticas que utilizaron los docentes para comprender el fenómeno que ocurre en torno a los procesos de enseñanza aprendizaje de los temas de fotosíntesis y respiración.

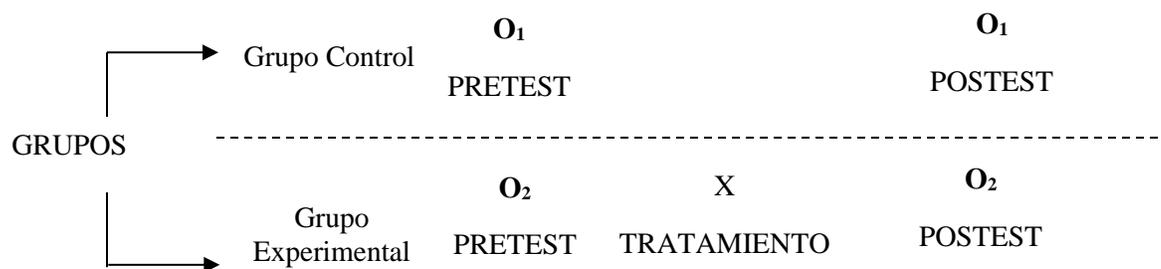
En la Fase II consistió propiamente en un diseño cuasi-experimental en donde se trabajó con dos grupos de laboratorio. La escogencia de los grupos participantes se hizo de tal manera que presentaron características tales como homogeneidad con respecto al número de estudiantes y edades, lo que contribuyó a disminuir las variables que pudieran afectar la investigación.

3.3 Tipo de estudio

La investigación se basó en un diseño cuasi-experimental ya que por sus características de no aleatoriedad en los tratamientos y por la forma en que se establecieron los grupos experimentales en la universidad, el tipo de estudio fue el más adecuado para la investigación en la cual se trabajó con un grupo control y dos grupos experimentales, con la aplicación de un test antes y después de la intervención didáctica. Como menciona Fernández, Vallejo, Livacic, Tuero, (2014), existen instituciones donde el investigador no establece sus tratamientos, éstos están propuestos por una organización del estado, presentan políticas de cursos, entre otros aspectos, teniendo cierto control sobre las condiciones o requerimientos que rodean la aplicación.

En este proceso los estudiantes que participaron como parte del grupo control y experimental no fueron asignados al azar, por la naturaleza del curso de biología general han sido distribuidos por la universidad en los respectivos grupos de laboratorio. Asimismo, se optó por este tipo de experimento por el trabajo con personas que presentan características propias, con conocimientos básicos sobre los temas en los cuales se quiere trabajar por lo que se debe tener en cuenta a la hora de aplicar la intervención didáctica esto influirá en la investigación.

Esquematación de la metodología que se utilizó en la investigación, propuesta por Rodríguez, (2011).



O₁: Grupo control, O₂: Grupo experimental, X: Intervención didáctica

Fuente: Rodríguez, (2011).

Es importante mencionar que a pesar de que los grupos estudiados no eran equivalentes, estos presentan algunas similitudes que se mencionaran a continuación:

- Los tres grupos están integrados por 12 estudiantes
- Presentan edades entre 17-20 años
- Primer año universitario
- Mismo profesor de teórica

3.4 Fase I: Caracterización de conocimientos, habilidades y estrategias didácticas.

3.4.1 Descripción de las categorías y subcategorías

Una categoría de análisis se define como “una estrategia metodológica para describir un fenómeno que estamos estudiando mediante categorías de estudio” (Rivas, 2015, p. 11) que pretenden que el investigador comprenda un fenómeno mediante un conjunto de situaciones. A partir de esta definición se establecieron las categorías y subcategorías en los cuales se enfocó esta investigación.

3.4.2 Conocimientos y habilidades previas.

En esta categoría los conocimientos previos se consideraron como construcciones propias de cada individuo, de manera que cada persona los va fabricando mientras interacciona con el medio (personas, objetos, entre otros...) de acuerdo con sus experiencias (sociales, escolares) (Villegas, et al 2015). Asimismo, las habilidades previas son aquellas que están desarrolladas en los estudiantes como la capacidad de observar, medir, clasificar, comunicar, relacionar que han sido adquiridas durante su vida (Llontop, 2019).

Por consiguiente, fue de gran importancia para esta investigación tomar en cuenta los conocimientos previos en la elaboración de la intervención didáctica, ya que, los estudiantes presentaron características tales como; procedencia de colegios académicos, técnicos, científicos de zonas rurales y urbanas. En consecuencia, se abarcaron las siguientes subcategorías:

- Conceptos sobre fotosíntesis y respiración celular.
- Aplicaciones de la fotosíntesis y respiración celular.
- Habilidades para la resolución de problemas.

3.4.3 Estrategias de mediación y evaluación utilizadas para abordar los contenidos del curso Biología General.

Las estrategias de mediación son aquellos recursos y actividades que desarrolla el profesor dentro del salón de clase que permiten motivar al estudiante e incorporarlo en el proceso de aprendizaje desarrollando habilidades y conocimientos para la vida León (2014). Asimismo, las estrategias de evaluación son aquellos instrumentos que utilizan los docentes para calificar y evaluar a sus estudiantes durante y al final de las clases (Hamodi, López, López, 2015).

Se evaluaron las estrategias tanto de mediación como de evaluación que utilizaron los profesores de laboratorio de la Cátedra de Biología General como parte del mejoramiento de las actividades de la intervención didáctica. Seguidamente se menciona algunas de las subcategorías a tomar en cuenta:

- Estrategias de mediación (rol del docente, recursos didácticos, tipos de estrategias)
- Estrategias de evaluación (instrumentos)

3.4.3 Conocimientos y habilidades post de los temas Fotosíntesis y Reparación Celular

Los conocimientos son aquellas experiencias aprendidas y adquiridas a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje mediante diferentes estrategias utilizadas ya sea de forma propia o con ayuda del profesor a cargo del proceso Onrubia (2016). Las habilidades son consideradas como un conjunto de capacidades que permiten al individuo desarrollarse en un contexto determinado y estas se encuentran agrupadas en diferentes ámbitos como lo son las habilidades comunicativas en las cuales se necesita hablar, escuchar, escribir y leer. Por otro lado, están las habilidades investigativas en donde los estudiantes necesitan desarrollar la observación, analizar, describir, sintetizar e interpretar (García et al 2018).

En este trabajo, se pretendió que los estudiantes desarrollaran conocimientos y habilidades que les permitieran la resolución de problemas, trabajo en equipo, formulación de hipótesis y mejorar las estrategias de trabajo en el laboratorio. Finalmente, que los estudiantes desarrollaran los laboratorios con la seguridad de que se aprendan realmente lo que se observa en los materiales y puedan relacionarlos con la vida cotidiana. Dado esto se abarcaron las siguientes subcategorías:

- Conceptos post sobre fotosíntesis y respiración celular.
- Aplicaciones de la fotosíntesis y respiración celular.
- Habilidades post para la resolución de problemas.

3.5 Fase II: Diseño cuasi-experimental

3.5.1 Variable dependiente e independiente

Una variable es considerada como una propiedad o característica de un objeto o fenómeno que presenta variantes durante mediciones temporales, es decir, se trata de una característica observable de un elemento que estudiamos. Existen dos variables; la independiente es aquella en la cual el investigador mide o selecciona para determinar su relación con el fenómeno y puede ser manipulada; la dependiente es aquella en la cual se observa el efecto de la variable independiente (Cauas, 2015).

Variable independiente

La intervención didáctica, es una aplicación de metodologías en los laboratorios que promueven las habilidades científicas y conocimientos en los temas a desarrollar. Merchan y Solbes (2016) mencionan que una intervención didáctica promueve una educación participativa, la argumentación, la toma de decisiones y el pensamiento crítico.

Variable dependiente

- Conocimientos previos considerados como acontecimientos, esquemas, términos o representaciones que se adquieren fruto de la experiencia directa y cotidiana durante el proceso de enseñanza (Gómez y Velasco, 2015).

- Habilidades científicas, son consideradas como actitudes, pensamientos, por lo que se requiere trabajar en el estudiante para que desarrolle la capacidad de pensar y aprender situado en el primer lugar la exigencia de un aprendizaje continuo, o como es también llamado el aprender a aprender (Rodríguez, 2016, p.17).

3.5.2 Hipótesis

Ho = La intervención didáctica basada en el aprendizaje activo mejora el desarrollo de conocimientos y habilidades científicas en los estudiantes del curso de laboratorio de biología general.

H1= La intervención didáctica basada en el aprendizaje activo mejora el desarrollo de conocimientos y habilidades científicas en los estudiantes del curso de laboratorio de biología general.

3.6 Fuentes de Investigación

La presente investigación se realizó en el primer semestre del año 2019, en la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional, Campos Omar Dengo, Heredia, Costa Rica. Se trabajó con los docentes de la cátedra de Biología General y los estudiantes de laboratorio de la carrera de Bachillerato en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales.

3.7 Población y muestra

Una población es considerada como el total de individuos u objetos con semejanzas observables y tiempo determinado, asimismo la muestra es un subconjunto representativo de una población (Ventura, 2017).

Para este estudio, se consideró la población de estudiantes de laboratorio del primer año universitario y los profesores que conforma la cátedra del curso Biología General de la carrera del Bachillerato en Enseñanza de Ciencias. La muestra estuvo constituida por 36 estudiantes divididos en dos laboratorios y tres profesores responsables de dar la teoría y los laboratorios.

3.8 Descripción de Instrumentos

Con la finalidad de recoger la información se implementaron distintos instrumentos como el pre-postest, registro anecdótico y cuestionario.

La construcción de estos instrumentos se realizó tomando en cuenta los objetivos, categorías y subcategorías de análisis que se han formulado en la matriz de coherencia (Anexo 4). Estos instrumentos fueron evaluados por docentes expertos que han impartido en el curso de Biología General en años anteriores.

3.8.1 Pretest y Postest

Pretest y postest (Anexos 1 y 5) es un instrumento que permite obtener información en periodos cortos, además puede aplicarse en ausencia del encuestador, y constituye de ítems o preguntas formuladas dependiendo el enfoque de investigador (Jiménez et al. 2006).

Mediante esta técnica se elaboró un test tipo cuestionario dirigido a los estudiantes de los dos grupos de laboratorio el cual consistió en 12 preguntas que tuvo como objetivo evaluar conocimientos, habilidades y la aplicabilidad de los temas de fotosíntesis y respiración celular en diferentes campos, entre ellos, la medicina, industria y tecnología. Asimismo, el análisis de los resultados de este test permitió crear una herramienta basada en aprendizaje activo para ser aplicada a los estudiantes que participaron de este trabajo.

3.8.2 Cuestionario

El cuestionario se define como un documento eficaz para recoger información a partir de fuentes primarias en un tiempo relativamente breve con preguntas ordenadas con coherencia y sentido lógico expresado en un lenguaje sencillo. El tipo y características de este documento se determinan a partir de las necesidades de la investigación (Mendoza y Icaza, 2018)

En esta investigación se utilizó este instrumento (Anexo 2), para caracterizar las estrategias de mediación y evaluación utilizadas por los docentes de la cátedra del curso Biología General con la finalidad de conocer el rol del docente, los recursos didácticos, tipos de estrategias y la evaluación durante las lecciones de la teoría y laboratorio de los temas de fotosíntesis y respiración celular.

3.8.3 Registro Anecdótico

Para Gil (2016) un registro anecdótico es:

“Un instrumento que permite el registro de las observaciones realizadas por el investigador, expresadas de forma detallada, sobre un comportamiento generalmente poco frecuente” (cap. 3, 6.2).

Con base en lo anterior, se utilizó el registro anecdótico (Anexo 3) en las clases de laboratorio con la finalidad de caracterizar a los estudiantes con respecto a su comportamiento, actitud, interacciones y conductas, además, del rol del docente, los recursos didácticos, tipos de estrategias y la evaluación durante las lecciones de fotosíntesis y respiración celular.

3.9 Criterios de validación

La validación de un instrumento es *“un proceso articulado que debe trascender de la confiabilidad a la validez, condiciones indispensables en todo proceso de medición en la investigación científica”* (p.19) (Soriano, 2014)

Los instrumentos utilizados en esta investigación fueron validados por 4 expertos en los temas. Se conoce como experto aquella persona, “(...) con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información,

evidencia, juicios y valoraciones” (Garrote y del Carmen, 2015). Estos expertos realizaron sus observaciones y sus recomendaciones a partir de los siguientes criterios: claridad del contenido, los ítems desarrollados permiten el logro del objetivo, cantidad de ítems pertinentes al instrumento, pertinencia, lenguaje apropiado.

Asimismo, el perfil de los profesores consultados son; un Máster en Ciencias con énfasis en Recursos Hídricos y un segundo énfasis en Ecología, Evolución y Comportamiento con gran experiencia como profesora de teoría y laboratorio de biología general, un Máster en Manejo, Conservación y Restauración de bosques de riberas, Ecología Urbana y Educación Ambiental con 15 años de experiencia como profesora, Licenciado en manejo de vida silvestre con gran experiencia como profesor de laboratorio de biología general y Licenciada en biología marina con experiencia como profesora de teoría y laboratorio.

3.10 Descripción del análisis realizado

El test aplicado a los estudiantes fue analizado mediante el uso de la estadística descriptiva; como respuesta a esto se elaboraron cuadros con la cantidad de ítems ganados, perdidos y sin responder de cada grupo durante la intervención didáctica, de acuerdo a los objetivos planteados en esta investigación. También se utilizó la técnica de categorización para la explicación de dichos resultados, se presenta el análisis y discusión de los mismos por medio de la técnica cualitativa.

Por otra parte, el cuestionario aplicado a los docentes fue abordado por medio de un análisis tipo categorización donde los resultados más reiterados fueron agrupados y presentados por medio de cuadros de información con respecto a temas de mayor o menor dificultad, recursos y estrategias didácticas utilizadas en clase.

Además, se realizó un análisis estadístico con el programa R, R Core Team (2019), permitiendo la comparación de las medias de las notas de los tres grupos estudiados, como respuesta se elaboraron gráficos.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En el presente capítulo se muestra los resultados obtenidos de los instrumentos de recolección de datos aplicados antes y después de la intervención didáctica de acuerdo con los objetivos planteados. Se utilizaron técnicas de análisis cuantitativo (estadística descriptiva) que permitió facilitar la validación de la estrategia didáctica estadísticamente, así mismo se utilizó la técnica de análisis cualitativo (categorización) que permite darle una mayor profundidad de comprensión a los resultados.

Inicialmente, se presentan los resultados de la categoría *conocimientos y habilidades previas* que se analizaron por subcategorías con la finalidad de conocer los datos a mayor profundidad. Asimismo, se inicia con un análisis cualitativo de la primer *subcategoría* *Conocimientos conceptuales*, posteriormente la segunda *Aplicaciones y Habilidades científicas* comparando los resultados obtenidos del pretest de los tres grupos.

Seguidamente, se hizo un análisis cualitativo de la categoría *estrategias de mediación y evaluación* utilizadas para abordar los contenidos del curso en la cual se hace una comparación entre los resultados obtenidos del cuestionario dirigido al docente y el registro anecdótico utilizado por el investigador.

Posteriormente, se analizó cualitativamente los resultados post aplicada la intervención didáctica de manera similar a lo mencionado anteriormente por categorías y subcategorías con la finalidad de comparar los resultados obtenidos entre los grupos.

Finalmente, se realizó la contrastación de los resultados antes y después de la aplicación de test, utilizando métodos de análisis de varianza (ANDEVA) que permitieron comparar los promedios entre los grupos, además se aplicó la prueba de t-Student utilizando el programa R studio para determinar las diferencias entre las varianzas muestrales entre el grupo control y los dos grupos experimentales.

4.1 Categoría: Conocimientos y habilidades previas.

Dentro de esta categoría se hizo un análisis por subcategoría con la finalidad de conocer los resultados obtenidos de la primera sección del trabajo (pretest) la cual fue parte fundamental para la construcción de la intervención didáctica. Además, un factor importante

a considerar de la mayoría de los estudiantes es que no llevaron laboratorios en sus colegios, por lo tanto, se consideró la dinámica de laboratorios anteriores propios del curso de biología general para evaluar las estrategias de enseñanza-aprendizaje que utilizaron los docentes universitarios dentro del laboratorio para ser tomadas en cuenta en la construcción de la intervención didáctica.

Resultados referentes a los *conocimientos conceptuales* (primera subcategoría) de los grupos control, experimental A y experimental B (Cuadro 5); es importante destacar que en esta parte fueron evaluados 21 ítems en total y el grupo control fue el que presentó el promedio más alto de ítems correctos. Algunas de las preguntadas en este apartado estaban enfocadas con la función del cloroplasto, mitocondria, la diferencia entre un organismo autótrofo/heterótrofo, entre otros ejemplos de estudio de caso.

Cuadro 5. ítems de la subcategoría conocimientos conceptuales (%) obtenidos del Pretest aplicado a los estudiantes de primer año de la carrera del Bachillerato de Enseñanza de las Ciencias

Grupo	PIC	PII	PIS
Grupo Control	48	33	19
Grupo Experimental A	42	33	25
Grupo Experimental B	39	39	22

PIC: Porcentaje de ítems correctos, PII: porcentaje de ítems incorrectos, PIS: porcentaje de ítems sin responder. Fuente: Pretest para los estudiantes. Para los datos de PIC $n=36$, G. Control ($s^2= 5.4$, $s= 2.32$), G. Experimental A ($s^2= 8.8$, $s= 2.96$) y G Experimental B ($s^2= 17$, $s=4.12$).

Los tres grupos presentaron menos del 50% de los ítems correctos del pretest sobre conocimientos meramente conceptuales de los procesos de fotosíntesis y respiración celular. Es importante mencionar que los estudiantes en secundaria aprendiendo conceptos básicos de ambos procesos como por ejemplo, en el III ciclo se enfatizan en identificar la estructura de las células, los tejidos, los órganos y los sistemas de las plantas (Matarrita y Jiménez, 2016), posteriormente en la educación diversificada hacen hincapié en la nutrición autótrofa (captura de luz, captura de CO₂ y síntesis de glucosa) y la nutrición heterótrofa (respiración celular, ciclo de Krebs, cadena respiratoria, glucólisis y fermentación) (Melo y Ríos, 2021).

Sánchez (2017) menciona que la formación de los profesores de secundaria presenta carencias en algunos aspectos como en la preparación didáctica, construcción de planeamientos con metodologías tradicionales, contenidos no actualizados o uso de libros

con conceptos erróneos y esquemas rígidos de organización escolar lo que trae consigo que muchos estudiantes entren a la universidad con grandes vacíos en ciertos temas.

Del mismo modo, los resultados del cuadro 5 evidencian lo que mencionan (Vega et al. 2020), que el origen está directamente en el docente y en el diseño curricular ya que los contenidos acerca de la fotosíntesis y respiración celular desde los libros de texto a lo largo de la historia determinan la caracterización errónea de las concepciones de los estudiantes presentando serias dificultades.

Los resultados de la evaluación de dos tipos de habilidades: la interpretación y el análisis (Cuadro 6), (segunda subcategoría) que son de gran importancia para el desarrollo de habilidades científicas ya que permiten llevar a cabo acciones o procedimientos teniendo como base experiencias previas. En esta parte fueron evaluados varios estudios de caso contextualizados en el área de la medicina, la industria y la tecnología, los cuales se les asignó una nota de 1-5, siendo 1 como muy malo y 5 como muy bueno (Flórez, 2015).

Cuadro 6. Frecuencia relativa porcentual de valoración de las aplicaciones y el desarrollo de habilidades científicas obtenidas del Pretest aplicado a los estudiantes de primer año de la carrera del Bachillerato de Enseñanza de las Ciencias.

Habilidades	Promedio de la frecuencia relativa (%)														
	Grupo control					Grupo Experimental A					Grupo Experimental B				
	Mm	M	R	B	Mb	Mm	M	R	B	Mb	Mm	M	R	B	Mb
Interpretación	0	25	50	25	0	29	21	29	21	0	12	40	33	15	0
Análisis	4	46	21	21	8	29	25	25	21	0	24	40	24	12	0
Total	4	71	71	46	8	58	46	54	42	0	36	80	57	27	0
F. relativa %	2	35	35	24	4	29	23	27	21	0	18	40	28	14	0

Mm=Muy Malo, M=Malo, R=Regular, B=Bueno y Mb= Muy Bueno. Fuente: Pretest aplicado a los estudiantes. n=36, G. Control ($s^2= 5.4$, $s= 0.72$), G. Experimental A ($s^2= 1.65$, $s= 1.29$), y G Experimental B ($s^2= 1.48$, $s= 1.22$).

El grupo control inicialmente presentó mejores resultados con respecto a los grupos experimentales (Cuadro 6), pero más allá de los resultados numéricos lo que se pretendía observar en esta categoría era la capacidad que el estudiante tiene para darle un sentido, una explicación e incluso una traducción (interpretación) de los problemas propuestos, así como, también cuando se evaluó el análisis como la capacidad de exponer su punto de vista con respeto a lo propuesto. Padilla et al. (2016), mencionan que en la contextualización se encuentra inmersas estas habilidades por lo que es una herramienta muy importante que le permite no solo al docente si no al estudiante obtener una mejor perspectiva del entorno.

Rodríguez et al. (2018) mencionan sobre la importancia del desarrollo de habilidades de interpretación y análisis para alcanzar el éxito de un buen aprendizaje, ya que, de los comienzos en la enseñanza es fomentarla en diversos contextos, en los cuales deben estar incluidas las vivencias de los estudiantes porque permite un mejor desarrollo de habilidades. Por otro lado, Zúñiga et al. (2014) mencionan que en educación existe una tendencia a alcanzar un aprendizaje por contenidos conceptuales, antes que contenidos actitudinales o procedimentales, por lo que muchos de los estudiantes se les dificulta el desarrollo de problemas contextualizados.

De igual manera, Parga et al. (2018), mencionan que en la actualidad se debe de hacer esfuerzos para que esta tendencia quede atrás, por lo que se debe fomentar metodologías de enseñanza nuevas en la cual el estudiante sea participó de su propio proceso de aprendizaje.

De acuerdo con lo anterior, se resalta que los estudiantes al tener un manejo muy básico de los conceptos sobre los procesos de fotosíntesis y respiración celular producto de procesos de enseñanza-aprendizaje memorísticos y poco aplicados en muchos casos, se les dificulta darle un sentido de comprensión, así como una respuesta propia y fundamentada de las situaciones presentadas en el test. En este sentido, Álvarez et al. (2019) mencionan que el deber de los docentes es fomentar estrategias que promuevan la motivación, curiosidad e interés, para procurar mostrar la relación que existe entre la teoría y la realidad en la cual es aplicable, en otras palabras, contextualizar el contenido para mejorar el proceso enseñanza – aprendizaje que fue el objetivo de la investigación y la propuesta didáctica.

4.2 Categoría: Estrategias de mediación y evaluación utilizadas para abordar los contenidos del curso.

En esta categoría se abordaron las estrategias y evaluaciones que utilizaron los docentes universitarios para evaluar los temas del curso de Biología General. En esta sección se realizó un análisis de los resultados en dos partes; el primero, consistió en el dominio y experiencia que tienen los docentes de la Cátedra de Biología General y el segundo, el manejo de los recursos didácticos, las estrategias didácticas y de la evaluación.

En la Cuadro 7, se puede observar la experiencia y la especialidad de cada docente de la Cátedra de Biología General. Suárez y Metzdorff, (2018) mencionan que la acción de documentar los saberes pedagógicos, el análisis de las experiencias de formación y de las

trayectorias profesionales de los docentes permiten crear un *curriculum*, más próximo a una memoria pedagógica y narrativa del mundo de la vida escolar accediendo que estas historias no se desechen permitiendo la reflexión, intercambio y la discusión horizontal entre docentes y aspirantes a la docencia con el objetivo revalorizar el papel de los maestros en la innovación de la enseñanza.

Cuadro 7. Experiencia docente de la cátedra del curso de Biología General para la carrera de Bachillerato en Enseñanza de las Ciencias.

Profesor	Experiencia docente	Especialidad
P1	11-15 años	Docencia
P2	6-10 años	Zoología
P3	1-5 años	Botánica

P= Profesor. Fuente: Cuestionario profesores.

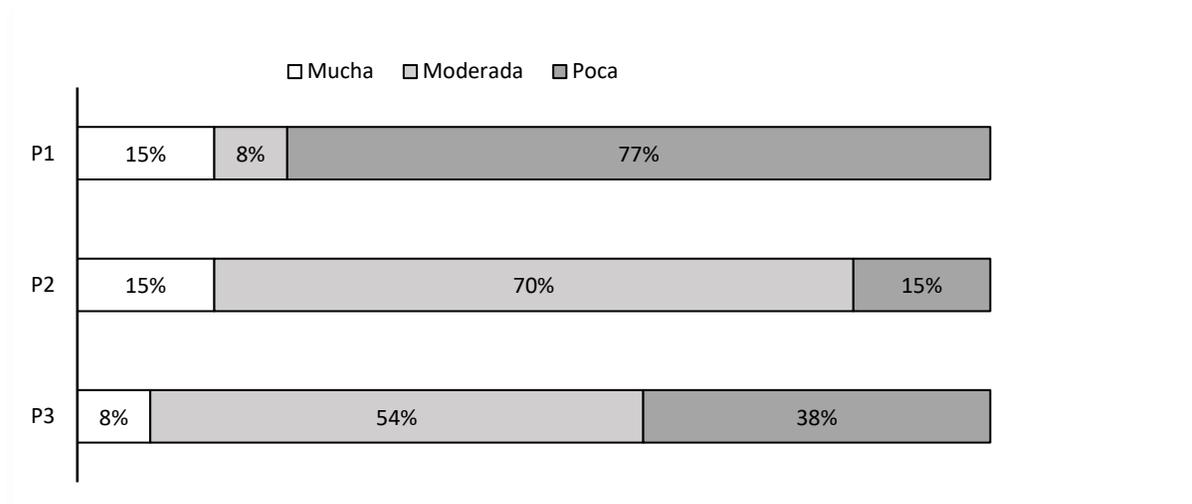


Figura 1. Promedio de la frecuencia relativa de la de dificultad de los contenidos en los docentes de la cátedra de biología general. P= Profesor.

Posteriormente, se puede observar una relación entre la Cuadro 7 y la Figura 1 donde independientemente de la experiencia laboral siempre existen temas que presentan mayor dificultad para su desarrollo en clases teóricas y laboratorios ya que cada profesor universitario tiene su especialidad y en ocasiones existen contenidos dentro del programa del curso que presentan algún obstáculo a la hora de desarrollarlos, en este caso según los resultados obtenidos se logró identificar algunos como por ejemplo: Biocompuestos, Fotosíntesis, Evolución y Respiración celular en donde cada docente lo expreso en la herramienta (Castañeda y Suárez, 2016).

La segunda parte del cuestionario consistió en una serie de preguntas abiertas con respecto al uso de recursos didácticos, estrategias didácticas y tipos de evaluación, con el objetivo de facilitar el análisis las preguntas se dividieron por categorías. Se identificaron los recursos que usaron los docentes para abordar sus clases teóricas y de laboratorio durante el curso (Cuadro 8) es de gran importancia reconocer las formas de trabajo profesional de los docentes universitarios en toda acción educativa (Méndez y Quevedo, 2020).

Cuadro 8. Recursos didácticos utilizados antes y durante el desarrollo de clases por los docentes de la cátedra de Biología General.

Indicador	Profesor	Cuestionario (8 días antes)	Registro Anecdótico (Mismo día de la clase)
1.Recursos didácticos en clase.	P1	Pizarra, Presentaciones de PowerPoint, Imágenes.	Uso de los mismos recursos.
	P2	Pizarra, Presentaciones PowerPoint, Fotocopia, Videos, Libros de textos.	No usó libro de texto ni videos.
	P3	Pizarra, videos, fotocopias (material de apoyo), libros e internet.	No usó libros ni internet.
2.Uso de recursos tecnológicos.	P1	Celular.	No usó celular.
	P2	Celulares y computadoras.	No usó celular ni computadora.
	P3	Generalmente les menciono el uso de videos o aplicaciones para complementar lo realizado en el laboratorio. También a veces los quices se realizan con Google Forms.	Realizó quices en físico no usó plataforma digital.

P= Profesor. Fuente: Cuestionario para profesores y registro anecdótico del investigador.

Es importante mencionar que los recursos didácticos son herramientas indispensables para el docente, porque le permiten realizar su práctica educativa y su respectiva evaluación; los materiales convencionales más usados son los medios impresos como libros de texto, cuadernos, impresiones y pizarra; sin embargo el uso de esos recursos en temas con alta complejidad como fotosíntesis y respiración celular pueden causar para algunos estudiantes desinterés y aburrimiento ya que sus procedimientos son abstractos y en ocasiones no hay tanta imaginación Coronel, (2020).

En la actualidad existe gran diversidad de recursos que pueden aportar mayor variabilidad y riqueza para desarrollar las clases tanto de teoría como de laboratorio de modo más atractivo y motivador, por ejemplo, el desarrollo de más laboratorios con temas y equipos actualizados, mayor aplicación de la tecnología, aprendizajes desarrollados en problemas y proyectos, entre otros (Navarro, *et al*, 2020).

Del mismo modo, el uso de la presentación Microsoft PowerPoint es un recurso tecnológico que permite llevar la realidad del exterior al aula, teniendo un alto grado de iconicidad por la cantidad de imágenes, sonidos y videos que en ellas se pueden depositar haciendo de ésta captar mayor atención de los estudiantes (Cladellas y Castelló, 2017). No obstante, un aspecto importante de tomar en cuenta es que se deben personalizar dependiendo del tema que se vaya a tratar, en caso contrario, se puede convertir en una presentación tradicional y lineal que puede aburrir a los estudiantes (Rodríguez et al. 2016).

Por otro lado, Núñez et al. (2015), mencionan que los estudiantes prefieren aprender y desarrollar sus trabajos dentro y fuera de la clase utilizando recursos tecnológicos como la computadora, el internet, la pizarra y los libros digitales ya que estos medios al ser tan versátiles ayudan a recordar mejor, siendo los recursos menos utilizados por los estudiantes según lo observado en esta investigación. Del mismo modo, los docentes de la cátedra de biología utilizaron recursos didácticos tradicionalistas para desarrollar los contenidos ocasionando que ciertos estudiantes se les dificulte aún más la comprensión de estos temas provocando desinterés como futuros profesionales en ciencias naturales (Zorrilla et al. 2020).

Estrategias didácticas utilizadas por los docentes en las clases para promover la participación activa de los estudiantes según su experiencia académica (Cuadros 9 y 10). Valdiviezo et al. (2019), mencionan que una buena elección e implementación de estrategias didácticas en la enseñanza de las ciencias naturales tiene como objetivo impulsar la participación de los estudiantes en situaciones donde se requieran de habilidades cognitivas superiores y que a la vez promuevan la interacción con los elementos del entorno.

Cuadro 9. Estrategias didácticas utilizadas por el docente de teoría del curso de Biología General para estudiantes de la carrera del Bachillerato en Enseñanza de la Ciencias.

Indicador	Profesor	Estrategias didácticas	Registro Anecdótico
1. Tipos de estrategias didácticas que utilizó el docente para abordar las clases.	P2	- Clases magistrales, estudio de casos, aula invertida, preguntas generadoras, presentaciones de los estudiantes, trabajo colaborativo.	Clases magistrales, estudios de casos y preguntas generadoras.
2. Utilizó las mismas estrategias didácticas en más de un contenido de la materia teórica de Biología General.	P2	- Sí. Se modifican las estrategias para analizar si se mejora el rendimiento. También se modifica con base en nuestras ideas educativas.	Se modificaron las estrategias en ambos temas.
3. Que tipos de estrategias didácticas utilizó para promover la participación del estudiante.	P2	- Presentaciones orales, Preguntas generadoras, estudios de caso.	Preguntas generadoras y estudios de caso.

Fuente: Cuestionario aplicado a profesores y registro anecdótico.

El docente de la teoría utilizó diversas estrategias didácticas para el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes, no obstante, no se dejó el lado el modelo tradicional transmisión – recepción que se encuentra arraigado en el contexto educativo actual, es importante tener en cuenta que los estudiantes en la actualidad presentan características en el manejo de las herramientas TIC por lo que exige la creación de nuevas propuestas didácticas Gutiérrez, (2018). Es importante incentivar a los estudiantes a ser partícipes de su propio aprendizaje, ya que, los pone en diversas situaciones que requieren habilidades cognitivas superiores y que a su vez le permitan una interacción con los elementos de su entorno (Valdiviezo et al. 2019).

Por otro lado, la educación en ciencias naturales debería partir del consenso de la alfabetización y desarrollo de competencias, más que a la memorización de datos, fechas o fórmulas ya que el docente recurre a la enseñanza tradicional el cual explica el contenido temático y seguidamente los estudiantes realizan una actividad para aplicar dichos contenidos disminuyendo el potencial en su desempeño y en el desarrollo de competencias en ciencias (Vargas y De la Barrera, 2021).

Sumado a lo anterior, el diseño de estrategias alternativas mediante la experimentación en el laboratorio permite acercar más al estudiante a la realidad por lo que es sumamente importante conocer el tipo de estrategias utilizadas por los profesores. En este trabajo ambos docentes de laboratorio utilizaron diferentes estrategias para abordar los contenidos (Cuadro 10), por ejemplo, introducción al tema de laboratorio, trabajo en grupos, informes y exámenes. No obstante, las estrategias utilizadas para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales se enfocan de manera teórica como una explicación oral, algunas preguntas, el empleo de videos y contextualización mediante la ejemplificación (Martínez et al. 2020).

Esto trae como resultado que no se desarrollen estrategias que permiten al estudiante comparar y observar lo que se aprende en los diferentes escenarios pedagógicos ya que el laboratorio conlleva a que el estudiante adquiera conocimientos a través de la experimentación y demostración de fenómenos (Cuaical y Caicedo, 2017).

Cuadro 10. Estrategias didácticas utilizadas por los docentes de laboratorio de la cátedra del curso de Biología General para estudiantes de la carrera del Bachillerato en Biología General

Indicador	Profesor	Estrategias didácticas	Registro Anecdótico
1. Tipos de estrategias didácticas que utilizó el docente para abordar las clases.	P1	- Diálogos abiertos, preguntas generadoras, casos y trabajo en equipo.	Solo trabajo en equipo.
	P3	- Una introducción general para aclarar conceptos, la explicación del procedimiento, retroalimentación mientras van realizando los experimentos y explicaciones individuales para cerrar con una plenaria.	Introducción general de los procedimientos a seguir en la práctica de laboratorio.
2. Utilizó las mismas estrategias didácticas en más de un laboratorio de la materia de Biología General.	P1	- No, depende del tipo de prácticas, se utiliza estrategias como aula invertida.	Utilizó las mismas estrategias.
	P3	- Depende del laboratorio se utilizan estrategias diferentes, por ejemplo, no es lo mismo el de biocompuestos que el de diversidad.	Utilizó las mismas estrategias.
3. Que tipos de estrategias didácticas utilizó para promover	P1	- Resolución de problemas, trabajo colaborativo, diseño de proyectos (informes), exposiciones y exámenes grupales.	Informes y exámenes grupales.

la participación del estudiante. P3 - Preguntas hechas al azar, la presentación de resultados a nivel grupal. Presentación de resultados al azar.

Fuente: Cuestionario aplicado a profesores y registro anecdótico.

Losada y García (2018), mencionan que no es tan importante que las metodologías sean utilizadas para un contenido en particular o para varios de ellos, siempre y cuando se debe tomar en consideración despertar el interés de los estudiantes, ofrecer la oportunidad de interactuar con contextos reales para fomentar la adquisición del conocimiento, desarrollar habilidades y orientar hacia un aprendizaje autónomo. Por otro lado, (Aristizabal et al. 2018), mencionan que para lograr una participación activa dentro del aula se debe empezar por modificar las metodologías tradicionalistas, por recursos que incluyan la interacción entre personas, actividades que propicien la reflexión y vivencias del aprendizaje situadas en un contexto determinado.

Estrategias de evaluación que fueron utilizadas para estimar el avance y aprendizaje de los estudiantes durante el curso (Cuadros 11 y 12), además, hace alusión sobre el conocimiento de herramientas digitales y capacitación pedagógica (Agudelo et al. 2017). Indagar sobre la evaluación es una práctica que tiene un significado polisémico y sin identidad disciplinaria, sin embargo, en la educación se ha desarrollado muchas investigaciones para entender que tal útil es la evaluación en el aula y cómo el profesor ha lidiado para llevar a cabo este proceso (Arancibia et al. 2019), por eso importante conocer la evaluación del curso de Biología General durante la investigación.

Cuadro 11. Estrategias de evaluación utilizadas por los docentes de laboratorio de la cátedra del curso de Biología General para estudiantes de la carrera del Bachillerato en Biología General

Indicador	Profesor	Estrategias de Evaluación
Estrategias de evaluación.	P2	Exámenes, presentaciones, guía de campo.
Acuerdo/desacuerdo con la evaluación que comúnmente se utiliza en el curso.	P2	Permite demostrar el aprendizaje por parte de los estudiantes y las presentaciones por ejemplo desarrollan habilidades en el manejo del grupo como futuros docentes.
Conocimiento y uso de herramientas digitales.	P2	Sí las conozco, pero no las he utilizado en el curso por falta de tiempo. Sócrates, Mentimeter, Kiefert.

Capacitación recibida en enseñanza de las ciencias o cursos pedagógicos.	P2	La ECB ha hecho un esfuerzo por brindar algunas temáticas sobre didáctica en general. Si es necesario profundizar más en las herramientas para desarrollar mejor habilidades cognitivas, procedimentales y actitudinales.
--	----	---

Fuente: Cuestionario profesores.

Las estrategias de evaluación utilizadas por el docente de teoría son los exámenes, presentaciones y guías de campo (Cuadro 11) que le permiten demostrar un aprendizaje, sin embargo, por falta de tiempo no se utiliza las herramientas digitales y se obtienen con pocas capacitaciones de parte de la institución. Con respecto a la calidad de la enseñanza se menciona que el principal propósito de un sistema de evaluación debe ser el mejoramiento del mismo (Adams et al. 2015), para promover un mejor aprendizaje en el estudiante se recomienda un sistema confiable y coherente de la parte evaluativa del docente basado en estándares profesionales para realizar constantes evaluaciones de la calidad de la enseñanza como desarrollo profesional del profesor, generando retroalimentaciones útiles en el proceso (Andrade et al. 2018).

Cuadro 12. Estrategias de evaluación utilizadas por los docentes de laboratorio de la cátedra del curso de Biología General para estudiantes de la carrera del Bachillerato en Biología General

Indicador	Profesor	Estrategia de evaluación
Estrategias de evaluación.	P1	Exposiciones, informes escritos, quiz individual, quiz grupales, mapas conceptuales, evaluación por observación del desempeño.
	P3	Quices, folletos de laboratorio, informes escritos y exámenes.
Acuerdo/desacuerdo con la evaluación que comúnmente se utiliza en el curso.	P1	Importante innovar en el proceso de evaluación, dependiendo de la intención con la que se realizan y la función que realice se requiera cumpla la evaluación.
	P3	Sí, en cuanto a la presentación de informes porque eso ayuda a la parte de redacción, ortografía y análisis. No estoy de acuerdo con los exámenes ni el revisar el folleto porque los exámenes representan una evaluación momentánea y la responsabilidad del estudiante es realizar la práctica integra y de manera ordenada.
Conocimiento y uso de herramientas digitales.	P1	Sí, he utilizado Socrate, Mentimeter y MindMapper.
	P3	Conocía de algunas (Juegos formativos (investigación, construcción comunitaria y juegos de rol virtuales), Aplicaciones en la nube (p. ej. Google Forms, Padlet, Wordle), Test breves y cuestionarios en directo para comprobar la comprensión (p. ej. Kahoot, Hot Potatoes) y Herramientas de retroalimentación y encuestas (p. ej. Socrative, Mentimeter, clickers)). He utilizado aplicaciones

en la nube (Google Forms) y herramientas de retroalimentación y encuestas (Socrative).

Capacitación recibida en enseñanza de las ciencias o cursos pedagógicos.	P1	SÍ, STEM Y STEAM.
	P3	No, he recibido en didáctica ni en pedagógica.

Fuente: Cuestionario para profesores.

Las evaluaciones que comúnmente se utilizaron fueron exámenes, quices, informes y exposiciones siendo las pruebas más comunes para estimar el avance de los estudiantes (Cuadro 12). Según (Joo et al. 2014) mencionan que el uso de pruebas escritas u otras formas evaluativas tradicionales en la actualidad son cuestionadas por algunos investigadores; un claro ejemplo es el uso de examen, ya que, se crean muchas expectativas que no necesariamente pueden ser resueltas en este documento. Además, Rodríguez, (2017) el uso de esta prueba tiene como resultados tendencias tradicionales de evaluación (exámenes vigilados y tareas escritas), limitando habilidades genéricas como la capacidad de tecnologías para la lectura y escritura, trabajo en equipo, comunicación, entre otras.

Como menciona Shablico, (2014), la evaluación resulta ser una tarea compleja en la labor docente fundamentada bajo distintos referentes teóricos y experiencias que determinan las modalidades a seguir, no obstante, en ocasiones los procesos de enseñanza se obligan a centrar su atención en otros objetivos por diferentes circunstancias que se dan durante el desarrollo de los cursos alejándose de una evaluación cualitativa, favoreciendo las prácticas tradicionales centradas en resultados cuantitativos. Además, las estrategias de evaluación utilizadas en la educación superior deben de adecuarse a diferentes estilos de aprendizaje, es decir, diversas formas en las cuales aprende el estudiante, incursionar por metodologías evaluativas alternas trae consigo incluir aspectos que van más allá de los meros contenidos conceptuales (Jiménez et al. 2017).

Con respecto al uso de herramientas digitales Lázaro-Cantabrana et al. (2018), mencionan que los docentes universitarios deben integrar en sus estudiantes la formación en Competencia Digital (CD) durante el desarrollo de sus clases, lo que implica incorporar el uso de tecnología de forma habitual en la actividad docente llevando a cabo procesos de transformación e innovación. Por otra parte, las herramientas digitales que se integran en las metodologías de algunos docentes para abordar y evaluar sus clases carecen de elaboración

pedagógica provocando que sean un refuerzo para la metodología tradicional que se enfoca únicamente en la transmisión de conocimientos (Mercader y Sallán, 2017).

Por otro lado, como la ciencia y la globalización de la información actual se da vertiginosamente se asume que la educación también debe ser un tema donde las personas involucradas deben estar en constante estudio para innovar en habilidades y desarrollar capacidades que permitan en los estudiantes apropiarse de los conocimientos además de aprender a aprender (Vidal et al. 2016). No obstante, para que esto se pueda cumplir se necesita el compromiso de los académicos en conjunto de la institución educativa para crear programas integrales y eficaces que promuevan el aprendizaje; asimismo la universidad debe generar propuestas constantes de desempeño académico para propiciar forzosamente en la formación académica, modelo curricular y en el ambiente institucional, para un trabajo más integral y complementario (Henríquez et al. 2015).

Finalmente, el conjunto de preguntas de los Cuadros anteriores tenía como objetivo evidenciar que tan actualizado estaban las estrategias pedagógicas de evaluación, uso de herramientas digitales y capacitación de los docentes, asimismo, se pueden evidenciar de manera más resumida en la figura 1 el material propuesto por los docentes para abarcar los laboratorios.

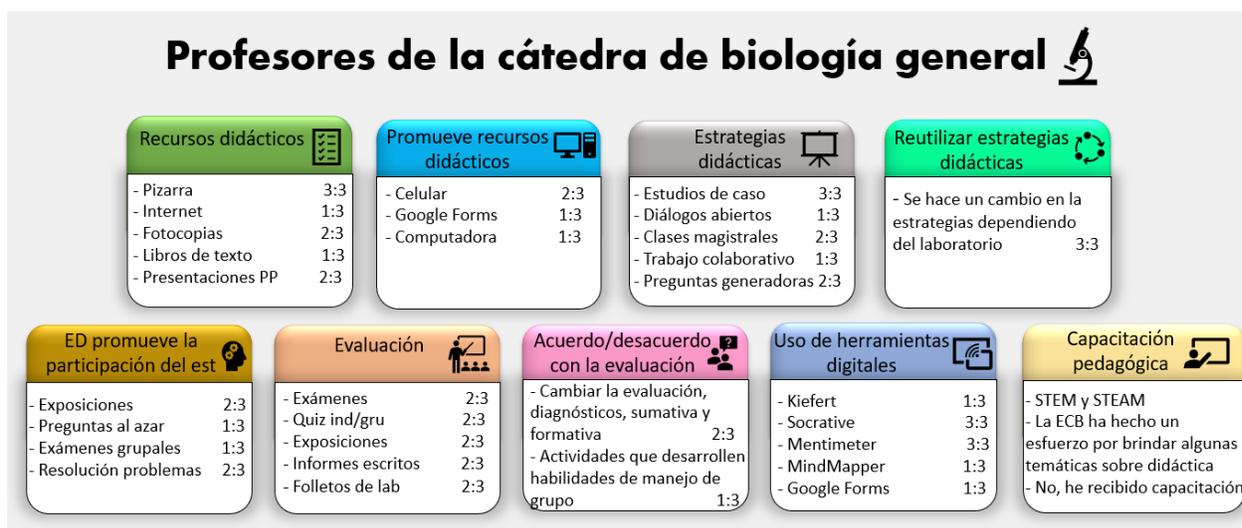


Figura 1. Resumen de los recursos, estrategias didácticas y evaluación obtenidas del cuestionario.

Posteriormente, se presentan los resultados del postest alcanzados con la aplicación de la intervención didáctica, esta subcategoría estaba basada en 21 ítems de selección única.

Cuadro 13. Comparación de los porcentajes de la subcategoría conocimientos conceptuales obtenidos del instrumento Postest aplicado a los estudiantes de primer año de la carrera del Bachillerato de Enseñanza de las Ciencias

Instrumento	PIC	PII	PIS
Grupo Control	76	19	5
Grupo Experimental A	78	10	12
Grupo Experimental B	77	20	3

PIC: Porcentaje de ítems correctos, PII: porcentaje de ítems incorrectos, PIS: porcentaje de ítems sin responder. Fuente: postest para los estudiantes. Para los datos de PIC $n=36$, G. Control ($s^2= 6.6$, $s= 2.6$), G. Experimental A ($s^2= 6.4$, $s= 2.5$) y G Experimental B ($s^2= 9.4$, $s=3.1$).

Lo más importante de los resultados anteriores es la disminución de PII y PIS de los tres grupos, esto se debe a que los estudiantes llevaron la parte teórica y experimental, sin embargo, cabe resaltar que los resultados del pretest (Cuadro 5) evidenciaron que los grupos experimentales fueron los que obtuvieron mayores porcentajes de PII y PIS, es decir, presentaron notas más bajas en comparación con el grupo control. Asimismo, es importante analizar el gran progreso obtenido de los grupos experimentales después de realizar los laboratorios, pasaron de estar por debajo de los porcentajes en comparación del grupo control a anivelarse y obtener notas casi el doble de sus resultados iniciales con ayuda de la teoría y los laboratorios de la intervención didáctica.

La enseñanza de los laboratorios universitarios constituye un recurso didáctico que reafirma el método científico, así como la demostración de los temas desarrollados en la clase teórica (García, 2016), además, también se desarrollan otras actividades importantes como la capacidad de discutir, razonar y comparar los resultados obtenidos de las prácticas teniendo la oportunidad de vivir un proceso de resolución de problemas (Álvarez et al. 2019). Un laboratorio universitario con una propuesta a comprender procesos abstractos teóricamente y con los materiales adecuados permite que los estudiantes puedan desarrollar la capacidad de interiorizar y promover el interés y la inquietud (Toapanta, 2019).

Los resultados de la segunda parte del postest sobre el desarrollo de habilidades científicas (Cuadro 14) que se interpretan como las formas de pensar mediante las cuales se ha construido el conocimiento, algunas estas son la identificación de problemas, formulación de preguntas, diseño de experimentos, observación, interpretación y análisis de los resultados

Sosa y Dávila, (2019). En esta sección se evaluaron varios estudios de caso contextualizados en la medicina, industria y tecnología.

Cuadro 14. Frecuencia relativa porcentual de valoración de las aplicaciones y el desarrollo de habilidades científicas obtenidas del postest aplicado a los estudiantes de primer año de la carrera del Bachillerato de Enseñanza de las Ciencias.

Habilidades	Promedio de la frecuencia relativa (%)														
	Grupo control					Grupo Experimental A					Grupo Experimental B				
	Mm	M	R	B	Mb	Mm	M	R	B	Mb	Mm	M	R	B	Mb
Interpretación	0	25	75	0	0	8	21	13	25	33	0	4	24	48	24
Análisis	0	42	42	12	4	8	25	8	38	21	4	4	47	24	21
Total	0	67	117	12	4	16	46	21	63	54	4	8	71	72	45
F. relativa %	0	34	58	6	2	8	23	10	32	27	2	4	35	36	23

Mm=Muy Malo, M=Malo, R=Regular, B=Bueno y Mb= Muy Bueno. Fuente: Postest para los estudiantes. Con respecto a la categoría Regular, n=36, G. Control ($s^2= 0.26$, $s= 0.51$), G. Experimental A ($s^2= 2.22$, $s= 1.49$) y G Experimental B ($s^2= 2.13$, $s=1.46$).

Hubo una mejoría en los tres grupos posterior a la teoría y aplicación de la intervención (Cuadro 14), siendo los grupos experimentales los que presentaron un mejoramiento significativo en cuanto al desarrollo de las habilidades evaluadas lo que trae consigo un mejoramiento en las calificaciones. Del mismo modo, un laboratorio alternativo es aquel donde se evidencia las referencias analizadas promoviendo que los estudiantes realicen juicios enfocados a criterios, conocimientos procedimentales y el desarrollo de habilidades (Galvis et al. 2017).

El objetivo de la educación en el área de las ciencias naturales es brindar a los estudiantes herramientas intelectuales para el mejoramiento y conocimiento sobre temas científicos, parte de esta labor se cumple mediante la incorporación del trabajo del laboratorio que proporciona la experiencia en el proceso y los métodos para el desarrollo de habilidades que le permitan resolver problemas cotidianos que posiblemente enfrentaran en su carrera profesional Chamizo y Pérez, (2017).

La parte experimental imita los procesos de investigación científica, en los cuales se deben proponer ideas, justificar y obtener explicaciones basadas en la experiencia desarrollada en estos espacios Herrero et al. (2020). Lo mencionado anteriormente permite que cualquier investigación basada en la pedagogía de la experimentación deba evaluar las

metodologías de aprendizaje de los educandos y sus habilidades hacia el desarrollo de la ciencia (Son, 2016).

Hasta este punto del capítulo 4 se ha realizado un análisis por separado entre los resultados del pretest y postest, así como la encuesta y registro anecdótico proporcionado por los docentes de la cátedra de Biología General. Lo anterior se hizo con la finalidad de conocer minuciosamente los detalles de cada uno de los resultados obtenidos ya que se hizo un análisis entre datos cuantitativos y cualitativos. Comparación de los resultados de las pruebas aplicadas antes y después de los temas de fotosíntesis y respiración celular de la subcategoría conocimientos conceptuales basados en 21 ítems de selección única (Cuadro 15).

Cuadro 15. Comparación de la subcategoría conocimientos conceptuales (%) obtenidos del grupo control del curso de Biología General de los estudiantes de la carrera de Bachillerato en Enseñanza de las Ciencias.

Instrumento	PIC	PII	PIS
Pretest	48	33	19
Postest	76	19	5

PIC: Porcentajes de ítems correctos, PII: porcentajes de ítems incorrectos, PIS: porcentajes de ítems sin responder. Fuente: Test para los estudiantes. Con respecto al PIC, $n=36$, Pretest ($s^2= 5.4$, $s=2.3$), Postest ($s^2= 6.6$, $s=2.6$)

La metodología utilizada en el grupo control presentó un aumento de los resultados del PIC con una disminución de los porcentajes de PII y PIS, durante la visita a los laboratorios se utilizó una metodología tradicional (Muntaner et al. 2020) mencionan que esta técnica está centrada en los resultados, ya que, la estrategia didáctica sigue una secuencia lineal que comienza en la transmisión-explicación desde el profesor y el folleto. Es importante mencionar que los laboratorios tradicionales de Biología General presentan variantes cada año como lo es la asignación de los docentes, siendo estos los encargados de administrar sus metodologías de aprendizaje, lo cual es un factor clave de los resultados obtenidos.

Del mismo modo, la formación constante en la docencia es un factor importante para mejorar las estrategias de aprendizaje en los espacios teóricos y experimentales de nivel superior, los constantes cambios en la sociedad y tecnología característicos del siglo XXI requieren que los profesionales involucrados con la labor académica requieran una continua actualización formativa para adaptarse a los nuevos requerimientos sociolaborales Andrade

et al. (2020). El proceso de enseñanza en la educación superior debe adaptarse a las necesidades de los estudiantes para lograr un aprendizaje real y significativo (Montes et al. 2016).

En el cuadro 16 se observan los resultados de la *subcategoría conocimientos conceptuales* de los grupos experimentales intervenidos con las nuevas propuestas de laboratorio). Asimismo, la metodología utilizada de la intervención didáctica demostró en sus prácticas un mejoramiento en los resultados obtenidos. Lo cual se puede evidenciar del gran avance de la subcategoría conocimientos conceptuales, siendo de gran complemento para la parte teórica, duplicando los PIC con respecto a los iniciales, así como también la disminución de los PII y PIS.

Cuadro 16. Comparación de la subcategoría conocimientos conceptuales (%) obtenidos de los grupos experimentales del curso de Biología General de los estudiantes de la carrera de Bachillerato en Enseñanza de las Ciencias.

Instrumento		PIC	PII	PIS
Pretest	Grupo Experimental A	42	33	25
	Grupo Experimental B	39	39	22
Postest	Grupo Experimental A	78	12	12
	Grupo Experimental B	77	20	3

PIC: Promedio de ítems correctos, PII: promedio de ítems incorrectos, PIS: promedio de ítems sin responder. Fuente: Test para los estudiantes. Con respecto al PIC, n=36, Pretest (G. Experimental A $s^2=6.4$, $s=3.0$, G. Experimental B $s^2=17$, $s=4.1$), Postest (G. Experimental A $s^2=6.4$, $s=2.5$, G. Experimental B $s^2=9.4$, $s=3.1$)

La aplicación de laboratorios basados en un aprendizaje activo promueve que los estudiantes sean participes de su propio proceso de aprendizaje comprendiendo los contenidos y procesos (Vega et al. 2014). Por otra parte, los contenidos teóricos desarrollados por los docentes en sus aulas deben ser integrados con la parte experimental y viceversa ya que no es suficiente tener conocimientos académicos en didáctica, pedagogía o en el caso de los laboratorios el saber experimental a partir de la experiencia del desarrollo de prácticas, sino que también se debe tomar en cuenta otros puntos importantes como: el contexto, el currículo, saber de los estudiantes y de la pedagogía (Walteros Díaz, 2019).

Las prácticas de la intervención didáctica permitieron complementarse de manera adecuada a los contenidos teóricos dando resultados bastante importantes tanto para los estudiantes, la cátedra de Biología General y por supuesto para el investigador que tenía como

objetivo la comprensión de los temas. Como menciona Zorrilla (2019), los laboratorios basados en un aprendizaje activo presentan múltiples beneficios como método motivador que favorece el aprendizaje por actitudes influenciando en la creación de hábitos de trabajo y la construcción de la confianza en los estudiantes.

Por otra parte, en la *segunda subcategoría sobre las habilidades científicas* se hace una comparación entre los resultados del pretest y postest de cada grupo. Iniciando con el control, se evidenció un aumento en los resultados a pesar de que se mantuvo en las mismas tres categorías iniciales; una de las posibles razones fue que los estudiantes se sometieron a un laboratorio tradicional donde las prácticas están orientadas a desarrollar actividades de forma progresiva tipo “receta” en la cual no siempre existe una demanda al estudiante a realizar un análisis metacognitivo de lo que aprende, ni mucho menos implica crear nuevos aprendizajes sobre el tema desarrollado (Galvis et al. 2017).

Cuadro 17. Frecuencia relativa porcentual total (%) de valoración de las aplicaciones y el desarrollo de habilidades científicas de los estudiantes del grupo control del curso de Biología General de la carrera de Bachillerato en Enseñanza de las Ciencias.

Test		Promedio de la frecuencia relativa %				
		Mm	M	R	B	Mb
Pretest	Total F. relativa %	2	35	35	24	4
Postest	Total F. relativa %	0	34	58	6	2

Mm=Muy Malo, M=Malo, R=Regular, B=Bueno y Mb= Muy Bueno Fuente: Test para los estudiantes del grupo control. Con respecto a la categoría Regular, n=36, G. Control (pretest $s^2=0.52$, $s=0.72$, postest $s^2=0.26$, $s=0.51$)

Los resultados del grupo control se demostró que la práctica y la metodología de enseñanza utilizada apporto mayoritariamente a la subcategoría de conceptos conceptuales y en menos proporción al desarrollo de habilidades científicas, no obstante, Zorrilla et al. (2019), acuerdan sobre la importancia de la actividades de laboratorio para la educación en la ciencias naturales ya que permiten proporcionar en los estudiantes distintas competencias científicas básicas y herramientas como la observación, construcción de hipótesis, pensamiento crítico y científico.

Los resultados (Cuadro 18), evidencian que las actividades realizadas dentro de los laboratorios fueron aprovechadas por los estudiantes haciendo un buen manejo del lugar y los materiales, ya que la clave del éxito es acercar al estudiante a vivenciar las ciencias

naturales, tocando y experimentando (Torres, y Sánchez, 2019). Además, la satisfacción es un indicador de la calidad sobre la educación siendo los estudiantes los destinatarios del aprendizaje adquirido, además la opinión de ellos proporciona un referente del mantenimiento y la exigencia de la calidad de las metodologías de enseñanza-aprendizaje utilizadas en los centros educativos (Valduciel y Pereyra, 2015).

Cuadro 18. Frecuencia relativa porcentual total (%) de valoración de las aplicaciones y el desarrollo de habilidades científicas de los estudiantes de los grupos experimentales del curso de Biología General de la carrera de Bachillerato en Enseñanza de las Ciencias.

Test		Promedio de la frecuencia relativa %				
		Mm	M	R	B	Mb
Pretest	G. Experimental A.	29	23	27	21	0
	G. Experimental B.	18	40	28	14	0
Posttest	G. Experimental A.	8	23	10	32	27
	G. Experimental B.	2	4	35	36	23

Mm=Muy Malo, M=Malo, R=Regular, B=Bueno y Mb= Muy Bueno Fuente: Test para los estudiantes de los grupos experimentales. Con respecto a la categoría regular, n=36, Pretest (G. Experimental A $s^2= 1.65$, $s=1.29$, G. Experimental B $s^2= 1.48$, $s=1.22$), Posttest (G. Experimental A $s^2= 2.22$, $s=1.49$, G. Experimental B $s^2= 2.13$, $s=1.46$).

Además, al estudiar una carrera relacionada con las ciencias naturales conlleva al desarrollo de un razonamiento que incluye la combinación de habilidades mediante laboratorios experimentales en el desarrollo inicial de los futuros profesionales con el objetivo de fortalecer y potenciar las habilidades científicas; no obstante, para alcanzar estas habilidades debe ser de manera progresiva enfocadas en la alfabetización científica en el cual los estudiantes deben aplicar los conocimientos y habilidades en su ámbito cotidiano para tomar decisiones con respecto al entorno que los rodea (González, y García, 2014).

Por esta razón, el desarrollo de problemas contextualizados en las prácticas de la intervención didáctica tenía como objetivo promover operaciones básicas como la sistematización de la información, explicación de hipótesis desarrolladas por los mismos estudiantes, comparar y fundamentar criterios científicos y elaboración de conclusiones, todo esto como parte del desarrollo de habilidades científicas con resultados bastante buenos observados en los Cuadros 17 y 18 (Pérez, 2016). En términos generales los resultados de la

subcategoría *desarrollo de habilidades científicas* evidenció el gran avance obtenido por los dos grupos experimentales los cuales desarrollaron en los estudiantes una mejor comprensión de los temas, además de haber sido gran complemento para la parte teórica.

Hernández et al. (2018), mencionan que durante los último 30 años diversas investigaciones basadas en propuestas de aprendizaje activo centradas en los estudiantes han permitido demostrar la mejoría de los resultados académicos, en relación con aquellos obtenidos a partir de metodologías tradicionales centradas en los docentes. Estas estrategias favorecen aprendizajes duraderos en los estudiantes y propician el desarrollo de otras habilidades que costosamente se consiguen con el modelo tradicional (Cabrera-Murcia,2017).

Posteriormente, se realizó un análisis estadístico con el programa R, R Core Team (2019), con las notas finales de los tres grupos con el objetivo de reafirmar estadísticamente lo alcanzado en la intervención didáctica. Ramos (2019) menciona que el desarrollo de la sociedad de la información, la necesidad de interpretar la información y el auge en la tecnología ha incentivado que cobre mayor importancia en la toma de las decisiones personales y laborales ya que permite analizar, interpretar y tomar decisiones en base con la información disponible, por esta razón se aplicó la estadística cuantitativa en esta investigación. Se aplicaron dos t-student comparando primero el grupo control con el experimental A y seguidamente el grupo experimental B (Figura 3).

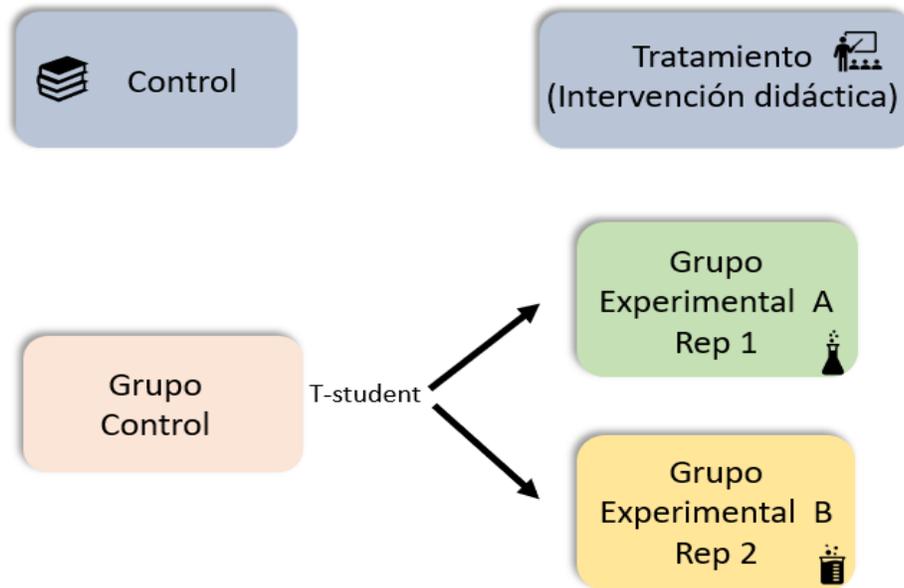


Figura 2. Diseño estadístico para aplicación de las T-student contrastando el grupo control con el tratamiento.

De las medias del posttest, en la cual se puede evidenciar el gran progreso obtenido por el grupo experimental A (Figura 4), con la aplicación de la intervención didáctica, es decir, el rendimiento académico de los estudiantes del grupo experimental mejoró notablemente con las prácticas de laboratorio con respecto al grupo control (Pinzón, 2017). La prueba t-student demostró que existen diferencias significativas ($t=-7.9744$; $gl=7$, $p>2.219e-06$) al 95% de confianza entre los dos grupos. Núñez et al. (2017), mencionan que promover el desarrollo de habilidades científicas dentro de los laboratorios permite que los estudiantes sean críticos en algunas acciones puntuales como; toma de decisiones y consecuencias, argumentación durante la explicación y autor-aprendizaje.

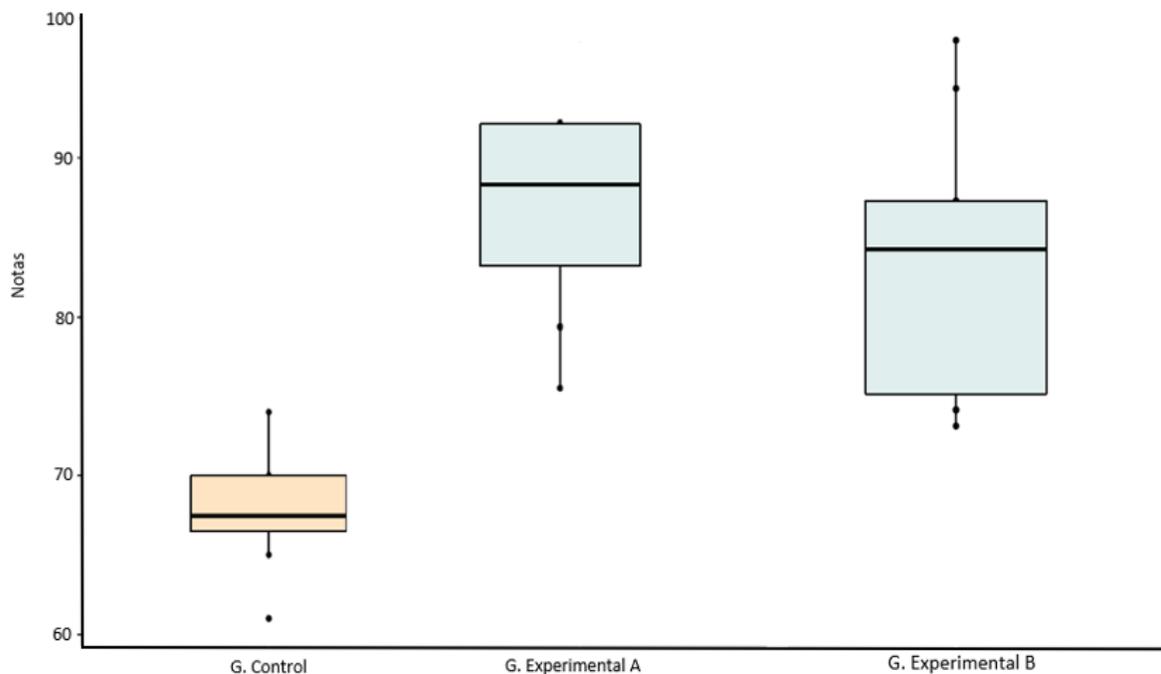


Figura 3. Comparación de las medias de las notas finales de los grupos control, experimental A y experimental B por medio de la prueba estadística T-student.

El grupo experimental B en comparación con el control también presentó diferencias significativas ($t=-5.3612$; $gl=9$, $p>7.852e-05$) al 95% de confianza. Una de las características más fuertes de las prácticas de la intervención fue la creatividad, ya que en los laboratorios que comúnmente son utilizados para desarrollar los temas de biología general no lo presentan ya que dan prioridad a otras temáticas como el desarrollo de fórmulas de materia contable (Rivero-Guerra, 2018). La creatividad permite el desarrollo cognitivo en los estudiantes para encontrar una solución a un acontecimiento con gran complejidad, asimismo, promueve la capacidad de formular nuevas ideas o creación de materiales, basado en el contexto social y conocimientos preexistentes (Guerrero et al. 2017).

Con los resultados anteriores se puede descartar la hipótesis nula, y la aceptar la hipótesis alternativa ya que las medias del control y el tratamiento son distintas, por lo tanto, la intervención didáctica basada en el aprendizaje activo promueve el desarrollo de conocimientos y habilidades científicas en los estudiantes del curso de laboratorio de biología

general. Es importante mencionar que el aprendizaje en la universidad debe de tener un enfoque a desarrollar la capacidad activa y voluntaria de construir juicios independientes y la capacidad de reconocer sus propias conductas o habilidades y capacidades, como persona y como futuro profesional propiciar el logro de actitudes y valores (Huamaní, O y Esquivel D, 2021).

Finalmente, en la figura 6, se puede observar una representación gráfica de las notas finales de los tres grupos antes y después de la intervención didáctica, asimismo, del progreso que se obtuvo en los tres grupos durante el desarrollo de los temas de fotosíntesis y respiración celular, reitero son dos fenómenos biológicos que presenta un alto grado de dificultad ya que existen numerosas interacciones con el funcionamiento celular y molecular (Daleffe et al. 2019). Del mismo modo, algunos autores mencionan que un docente que enseña ciencias debe manejar las entidades propias a los conceptos desarrollados en este documento con el objetivo de ser modelado de la manera más adecuada en las aulas, acorde esto con el modelo Científico Escolar (MCE) (Bolaños et al. 2019).

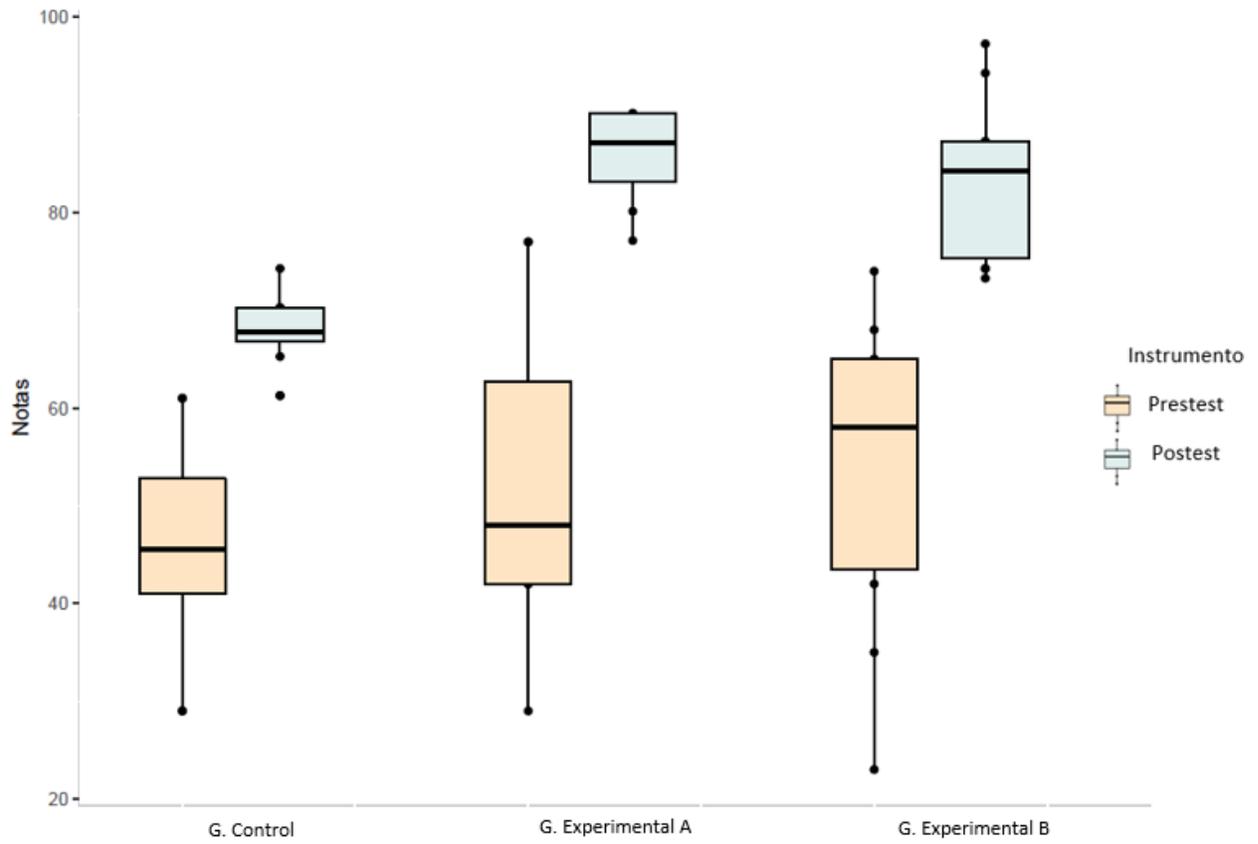


Figura 4. Comparación de las notas finales de los tres grupos evaluados para la intervención didáctica.

CAPÍTULO 5. INTERVENCIÓN DIDÁCTICA

La intervención didáctica se construyó a partir de una metodología pedagógica basada en un aprendizaje activo para crear una estrategia alternativa y actualizada de aquellas prácticas que comúnmente son utilizadas en el curso de Biología General para la carrera de Enseñanza de las Ciencias con el objetivo de mejorar la comprensión de los procesos de fotosíntesis y respiración celular, además de fomentar la formulación de hipótesis, discusión de resultados y desarrollo de habilidades científicas.

En este sentido, las estrategias enfocadas en un aprendizaje activo han obtenido una considerable atención en los últimos tiempos por los buenos resultados en el desempeño de los estudiantes cuando es aplicada en clases, motivando a alumnado a desarrollar habilidades y conocimientos a través de constantes discusiones, análisis y síntesis de información para favorecer una postura activa para la solución de problemas. Además, es importante mencionar que esta metodología debe involucrar trabajos desarrollados en clase y de los cuales se debe resaltar lo aprendido (Lozano et al. 2020).

Asimismo, la intervención didáctica fue creada con el propósito de que los estudiantes experimenten, construyan, discutan y disfruten sobre los equipos, materiales y resultados obtenidos en los laboratorios aplicados, ya que, como mencionan Torres et al. (2019), los procesos en ciencias naturales se deben abarcar con la idea que son temáticas que nos acompañan durante nuestra vida cotidiana y el día al día con conceptos que forman parte de nuestro alrededor y que en muchos casos son procesos tan reales en los cuales estamos en contacto de forma habitual. Por lo tanto, el grave error de la enseñanza de la biología radica en la teorización absoluta sin ayuda del desarrollo de laboratorios que impiden al estudiante disfrutar de las ciencias y sus procesos.

Finalmente, la dirección que se propuso abordar con la intervención didáctica fue mejorar la comprensión de los procesos además de mejorar la creatividad, el manejo de los instrumentos de laboratorio y la discusión de los resultados antes de salir de los laboratorios Torres et al. (2019);

“La clave del éxito en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales, y más concretamente de las ciencias naturales y la biología, es precisamente eso, acercar al alumno a vivenciar las ciencias naturales, a comprenderlas tocando y experimentando, de tal manera que el estudiante disfrute durante este proceso”. Pag 8.

Objetivos

- Desarrollar habilidades científicas con los experimentos y problemas propuestos dentro de los laboratorios que permita una mejor comprensión de los procesos de fotosíntesis y respiración celular.
- Identificar la capacidad de formular hipótesis, manejo de equipo de laboratorio y argumentación de los resultados al final de cada laboratorio de la propuesta didáctica.
- Contrastar los conocimientos previos de los estudiantes con los conocimientos adquiridos después de la intervención didáctica.

Temas

1- La Fotosíntesis:

- Pigmento principal (Clorofila a) y pigmentos accesorios (Clorofila b, xantofilas y carotenoides).
- Fase lumínica desde un punto vista experimental donde cualitativa y cuantitativamente observó la disminución y absorción de oxígeno (O₂) y dióxido de carbono (CO₂).

Nota: Para este laboratorio se utilizarán las metodologías de cromatografía, espectrofotometría y uso de una cámara diseñada por el investigador para desarrollar la parte de la fase lumínica.

2- Respiración celular

- Fermentación
- Fase oscura desde un punto vista experimental donde cualitativamente se observó la disminución de oxígeno (O₂) y dióxido de carbono (CO₂).

Nota: Para este laboratorio se utilizó las metodologías de Algae Balls y fermentación convencional.

Estrategias

Las prácticas experimentales aplicadas fueron basadas sobre un aprendizaje activo en su totalidad que fomentó que los estudiantes sean sus propios constructores de la adquisición de sus conocimientos a partir de la interacción con las demás personas ayudándose unos a otros a reflexionar y vivenciar situaciones en un contexto determinado (Aristizabal et al. 2018).

En la primera práctica aplicada, se utilizó la estrategia de formar equipos de trabajo dentro del laboratorio, en la cual cada grupo realizó un subtema con metodologías experimentales y procedimentales relacionadas a distintas etapas del proceso de fotosíntesis. Durante el desarrollo de cada subtema, los integrantes no solo se guiaron con los procedimientos de cada práctica, sino que también analizaron cómo desarrollar y exponer el tema a los demás grupos que estaban desarrollando otros trabajos con metodologías distintas.

Este laboratorio tenía como objetivo desarrollar el trabajo y discusión en equipo para demostrar lo conseguido durante el proceso experimental a sus compañeros, además de poder interpretar sus resultados y proyectarlos para comprender una parte de la dinámica de la práctica, así como también se desarrollaron las destrezas de manipulación de equipo de laboratorio, aplicaciones de Microsoft y la más importante, obtención de un aprendizaje a partir de la discusión (Benítez et al. 2017).

En la segunda práctica se promovió el trabajo grupal a partir de un método innovador con algas, no solo para los estudiantes sino también a nivel de los laboratorios de Biología General para enseñanza de las ciencias. La estrategia pedagógica fue desarrollada a partir de estudios de casos en los cuales fueron abarcados de manera integral con otras ramas de la ciencia, aplicando conocimientos de química, física y biología.

El éxito de esta práctica fue alejar los estudiantes de la teorización absoluta, por lo que se diseñó un segundo trabajo con el objetivo de vivenciar la experimentación que fomentaron a los estudiantes manipular los diferentes equipos de laboratorio, creación de diferentes reacciones químicas, ya que partir de esto se desarrolló la formulación de hipótesis, análisis, intercambio de resultados, y lo más importante discusión de sus metodologías (Torres et al. 2019).

Finalmente, ambas prácticas basadas en una estrategia de aprendizaje activo fomentaron la curiosidad y la participación activa de los estudiantes esto se logró por la naturaleza de los laboratorios diseñados en los cuales incentivó a perder el miedo a acercarse a la ciencia construyendo a la ruptura epistemológica que tienen a los temas de la fotosíntesis y respiración en futuros profesores de ciencias (Torres et al. 2019).

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. Con la aplicación de la prueba del pretest se identificó que los estudiantes de primer año de la carrera del Bachillerato de Enseñanza de las Ciencias presentaron vacíos conceptuales con respecto a los conocimientos básicos sobre los procesos biológicos de fotosíntesis y respiración celular, reafirmando la necesidad de mejorar las metodologías de aprendizaje-enseñanza propuestas por el curso de Biología General.

2. Se identificó con ayuda del cuestionario y el registro anecdótico la reiteración de estrategias de aprendizaje a lo largo de las prácticas por parte de los docentes de teoría y laboratorio a cargo en el primer semestre del 2019, evidenciando un folleto no actualizado con las mismas prácticas de años anteriores, así como también el uso de los mismos equipos. Dando como indicio a que se debe innovar en prácticas y equipos de laboratorio como parte del crecimiento del curso propiamente.

3. Con la creación de la intervención didáctica enfocada a los temas de fotosíntesis y respiración celular se logró un avance importante en la comprensión de estos temas, al uso de nuevos equipos que contaba la Escuela de Ciencias Biológicas, pero no eran usados, y lo más importante una alternativa diferente al folleto con una perspectiva más dinámica, atrayendo el interés y la motivación de los estudiantes hacia estos temas.

4. Se logró la aprobación de la intervención didáctica no solo por sus resultados sino también por los estudiantes del curso al ser una propuesta diferente a la que se venía trabajando normalmente, con estudios de casos aplicados a la industria, la medicina y la agricultura, con uso de Cuadros de Excel y análisis de gráficos que permitieron evidenciar lo realizado en las prácticas y lo más interesante la implementación de equipo que no era común en los laboratorios de biología general comprobando que si se puede actualizar los laboratorios para mejorar la comprensión de los temas.

6.2 Recomendaciones

1. Actualizar el manual de las prácticas de laboratorio, en cuanto a las estrategias didácticas y de evaluación, así como también, los equipos, ya que, la Escuela de Ciencias Biológicas los tiene, pero se utilizan en niveles más avanzados esto como sugerencia para incentivar el interés y conocimientos en los estudiantes de biología general para la carrera de enseñanza de las ciencias.

2. La intervención didáctica debe aplicarse a mayor cantidad de estudiantes ya que solo se trabajó con el área de enseñanza, sería ideal poder aplicar la intervención didáctica a estudiantes de carreras de biología y bioprocesos industriales con el objetivo de mejorar la metodología, recomendaciones de nuevos folletos y equipos de laboratorio, así como también obtener más cantidad de resultados para un análisis más robusto desde la parte cuantitativa.

3. Para los docentes que se les asigne el curso de biología general es importante tener en cuenta los tiempos de desarrollo de los contenidos en teoría y el laboratorio ya que pueden causar conflictos cognitivos en los estudiantes por el desfase de la materia. En los laboratorios realizar una práctica integral donde los estudiantes puedan construir hipótesis, puedan comprobarlas y explicarlas a sus compañeros lo que trae consigo a una reestructuración de las prácticas de laboratorio.

4. Ampliar la cantidad de contenidos como lo son biocompuestos y evolución en la intervención didáctica con el objetivo de crear nuevas estrategias alternativas en los laboratorios de biología general, permitiendo incentivar la motivación, interés, creatividad y habilidades científicas.

CAPÍTULO 7. REFERENCIAS

- Acuña, M. G., Marchak, G. M., Medina, G. E., Baumann, A. J., y Lorenzo, M. G. (2018). Descripción y análisis de las guías para las experiencias de laboratorio de química: su influencia en la construcción de conocimientos.
- Adams, T., Aguilar, E., Berg, E., Cismowski, L., Cody, A., Cohen, D. y White, S. (2015). A coherent system of teacher evaluation for quality teaching. *Education Policy Analysis Archives*, 23(17), 1-26. doi: 10.14507/epaa.v23.2006
- Agudelo, V. R., Orozco, Á. P. V., y Correal, N. L. O. (2017). Concepciones sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales en el grado tercero de una institución educativa oficial del municipio de Calarcá Quindío. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 1(29).
- Alfaro, J. E., y Santibáñez, J. D. (2015). Diseño y propiedades psicométricas de un instrumento para evaluar habilidades de comprensión lectora en estudiantes de tercer año básico. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 41(2), 9-23.
- Almenara, J. C., y Cejudo, M. D. C. L. (2015). Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC): escenarios formativos y teorías del aprendizaje. *Revista lasallista de investigación*, 12(2), 186-193.
- Altamar, P. F. (2019). Aproximación a un modelo didáctico con el uso de libros digitales para la potenciación de la comprensión lectora en estudiantes de 7° grado de Básica Secundaria de la IETCS (Doctoral dissertation, Universidad de la Costa).
- Alzate, O. E. T., Cardozo, M. O., y Posada, A. R. D. (2014). Modelos explicativos de estudiantes acerca del concepto de respiración. *Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 7(13), 129-145.
- Andrade, C. F., Siguenza, J. P., y Chitacapa, J. P. (2020). Capacitación docente y educación superior: propuesta de un modelo sistémico desde Ecuador. *Revista ESPACIOS*. ISSN, 798, 1015.
- Arancibia, M. M., y Badia Garganté, A. (2015). Concepciones de profesores de secundaria sobre enseñar y aprender Historia con TIC. *Revista electrónica de investigación educativa*, 17(2), 62-75.
- Aristizabal-Almanza, J. L., Ramos-Monobe, A., y Chirino-Barceló, V. (2018). Aprendizaje activo para el desarrollo de la psicomotricidad y el trabajo en equipo. *Revista Electrónica Educare*, 22(1), 319-344.

- Barker, M., y Carr, M. (1989). Enseñanza y aprendizaje de la fotosíntesis. Parte 1: Una evaluación en términos de conocimientos previos de los estudiantes. *Revista Internacional de Educación Científica*, 11, 49–56.
- Bolaño, D. N., De la Hoz, M. A., y Díaz, C. E. R. (2019). Errores conceptuales sobre el modelo científico escolar de fotosíntesis, evidenciados en un profesor que enseña ciencias naturales. *Revista SEXTANTE*, 21, 20-27.
- Bonwell, C. C., y Eison, J. A. (1991). Aprendizaje activo: crear entusiasmo en el aula. 1991 Informes de Education Superior ASHE-ERIC. ERIC Clearinghouse on Higher Education, Universidad George Washington, One Dupont Circle, Suite 630, Washington,DC 20036-1183.
- Brown, MH, y Schwartz, RS (2009). Conexión de la fotosíntesis y la respiración celular: concepciones de los docentes en servicio. *Revista de Investigación en Enseñanza de las Ciencias: El Diario Oficial de la Asociación Nacional para la Investigación en Enseñanza de las Ciencias*, 46 (7), 791-812.
- Cabrera-Murcia, P. (2017). ¿Cómo diseñar ayudantías que favorezcan el aprendizaje activo de los estudiantes tutorados?: La percepción del ayudante universitario. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 43(3), 47-62.
- Castañeda, H. A. A., y Suárez, C. J. M. (2016). Estudio de caso en la enseñanza y aprendizaje de la fotosíntesis y respiración en plantas a partir de una unidad didáctica. *Tecné Episteme y Didaxis TED*, (40).
- Cauas, D. (2015). Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación. Bogotá: biblioteca electrónica de la universidad Nacional de Colombia, 1-11.
- Chamizo, J. A., y Pérez, Y. (2017). Sobre la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Iberoamericana de Educación*.
- Cladellas Pros, R., y Castelló Tarrida, A. (2017). Percepción del aprendizaje, procedimientos de evaluación y uso de la tecnología PowerPoint en la formación universitaria de Medicina. *capital intangible*, 13(2), 302-318.
- Contreras, R. Eguia, Luis. (2016), “Gamificación en Aulas Universitarias”, Instituto de la Comunicación, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Cuaical, D. L. C., y Caicedo, D. M. C. (2017). Influencia de los escenarios pedagógicos: aula de clase y laboratorio en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales. *Revista Historia de la Educación Colombiana*, 20(20), 65-90.
- Daleffe, L., de Navarrete, E., Díaz, B., y Sala, H. E. (2019). Fotosíntesis: Una historia para pensar.

- Del Pilar, U., A., Rodríguez, J., Pérez, P. A., Muñoz, L. P., y Giraldo, G. (2017). Obstáculos epistemológicos de tipo conocimiento previo, general y verbal en torno al concepto fotosíntesis en estudiantes de licenciatura en biología de la UDFJC. *Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 619-629.
- Dovala, J. M. C. (2014). *Estrategias de enseñanza para el aprendizaje por competencias*. Editorial Digital UNID.
- Flórez, M. R. (2015). Las habilidades de indagación científica y las estrategias de aprendizaje en estudiantes de quinto de secundaria de la IE Mariano Melgar, Distrito Breña, Lima.
- Freeman, S., Eddy, S.L., McDonough, M., Smith, M.K., Okoroafor, N., Jordt, H., y Wenderoth, M.P. (2014). El aprendizaje activo aumenta el rendimiento de los estudiantes en ciencias, ingeniería y matemáticas. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias*, 111 (23), 8410-8415.
- Gómez, D., y Velasco, D. (2015). Ideas previas sobre el reino vegetal en niños entre los 7 y 10 años de tercero de primaria de la Escuela Normal Superior Distrital María Montessori (ENSDMM). *Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 1460-1470.
- Gil, J. A. (2016). *Técnicas e instrumentos para la recogida de información*. Editorial UNED.
- Gutiérrez, C. A. (2018). Herramienta didáctica para integrar las TIC en la enseñanza de las ciencias. *Revista interamericana de investigación, educación y pedagogía*, 11(1), 101-126.
- Huamaní, O. G., y Esquivel, D. A. (2021). El proceso enseñanza–aprendizaje–evaluación (PEAE) una didáctica universitaria. *Horizonte de la Ciencia*, 11(20), 243-254.
- Jiménez, J. C., Sánchez, J. G., y Aguilar, F. G. (2006). Guía técnica para la construcción de cuestionarios. *Odisea Revista electrónica de pedagogía*, 3(6).
- Joo, K. P., Andrés, C., y Shearer, R. (2014). Promoviendo el compromiso cognitivo y los resultados de aprendizaje de los estudiantes a distancia: investigación basada en el diseño en la Universidad Nacional de Educación a Distancia de Costa Rica. *Revista internacional de investigación en aprendizaje abierto y distribuido*, 15(6), 188-210.
- Lázaro-Cantabrana, J. L., Gisbert-Cervera, M., y Silva-Quiroz, J. E. (2018). Una rúbrica para evaluar la competencia digital del profesor universitario en el contexto latinoamericano. *EDUTECH. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (63), 1-14.

- Losada, S. G., y García, M. Á. T. (2018). Las estrategias didácticas en la práctica docente universitaria. *Profesorado, Revista de currículum y formación del profesorado*, 22(2), 371-388.
- Luz, C. G. M., Cristina, S. R., y Manuel, G. L. J. (2016). Recursos tecnológicos en contextos educativos. Editorial UNED.
- Mancero, P. B., y Verguillas, C. (2015). Estrategias didácticas para la enseñanza de la asignatura Técnicas de Estudio en la Universidad Nacional de Chimborazo. *Sophia: colección de Filosofía de la Educación*, (19), 271-290.
- Martínez, C., Salmerón, D., Morales-Delgado, N., y Alonso, A. (2020). El aprendizaje basado en problemas como estrategia didáctica en el diseño de prácticas de Laboratorio Clínico y Biomédico. *Revista Española de Educación Médica*, 1(2), 105-121.
- Marmaroti, P., y Galanopoulou, D. (2006). Comprensión de los alumnos sobre la fotosíntesis: un cuestionario para la evaluación simultánea de todos los aspectos. *Revista Internacional de Educación Científica*, 28(4), 383-403.
- Martínez, F. C., Castro, J. L. C., y García-Martínez, Á. (2018). Desarrollo de las habilidades cognitivo-lingüísticas en ciencias bajo la modalidad de educación virtual a distancia. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(3), 163-178.
- Matarrita, C. A., y Jiménez, A. G. (2016). Recursos tecnológicos utilizados para la enseñanza de las Ciencias Naturales en Educación Secundaria. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 7(13), 56-69.
- Mendoza, M. P. R., y Icaza, M. E. T. M. M. (2018). Validez de una versión del Cuestionario General de Salud, para detectar psicopatología en estudiantes universitarios
- Mercader, C., y Sallán, J. G. (2017). ¿Cómo utiliza el profesorado universitario las tecnologías digitales en sus aulas?. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 15(2), 257-274.
- Merchan, N. T., y Solbes, J. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 34(2), 43-65.
- Mingorance, A. C., Trujillo, J. M., Cáceres, P., y Torres, C. (2017). Mejora del rendimiento académico a través de la metodología de aula invertida centrada en el aprendizaje

- activo del estudiante universitario deficiencias de la educación. *Journal of sport and health research*, 9(1), 129-136.
- Muñoz, J., y Charro, E. (2017). Los ítems PISA como herramienta para el docente en la identificación de los conocimientos y habilidades científicas.
- Muntaner Guasp, J. J., Pinya Medina, C., y Mut Amengual, B. (2020). El impacto de las metodologías activas en los resultados académicos. *Profesorado: revista de curriculum y formación del profesorado*.
- Pérgola, M., y Galagovsky, L. (2019). La respiración celular como ejemplo de combustión. Reflexión didáctica desde el análisis del lenguaje químico. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Martin_Pergola/publication/332358131_La_respiracion_celular_como_ejemplo_de_combustion_Reflexion_didactica_desde_el_analisis_del_lenguaje_quimico/links/5cafde19a6fdcc1d498e16c8/La-respiracion-celular-como-ejemplo-de-combustion-Reflexion-didactica-desde-el-analisis-del-lenguaje-quimico.pdf
- Prado, R. A. (2018). La socioformación: un enfoque de cambio educativo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 76(1), 57-82.
- Prince, M. (2004). ¿Funciona el aprendizaje activo? Una revisión de la investigación. *Revista de educación en ingeniería*, 93(3), 223-231.
- Ramírez, R., y Flores Martínez, P. (2017). Habilidades de visualización de estudiantes con talento matemático: comparativa entre los test psicométricos y las habilidades de visualización manifestadas en tareas geométricas. *Enseñanza de las ciencias*, 35(2), 0179-196.
- Ramos, L. F. (2019). La educación estadística en el nivel universitario: Retos y oportunidades. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 13(2), 67-82.
- Rasala, B. A., y Mayfield, S. P. (2015). Photosynthetic biomanufacturing in green algae; production of recombinant proteins for industrial, nutritional, and medical uses. *Photosynthesis research*, 123(3), 227-239.
- Restrepo, J. C., y David Valencia, M. (2014). A propósito de la respiración: una propuesta de re-contextualización en la enseñanza desde la perspectiva de OTto Warburg.
- Rincón, D., V., y Zorrilla, C. P. (2015). Desarrollo de nuevas ideas de negocio mediante el aprendizaje activo. *Opción*, 31(1).
- Rivas, L. (2015). ¿Cómo hacer una tesis? Capítulo 6. La definición de variables o categorías de análisis. *ResearchGate*, 3. 107-118. DOI: 10.13140/RG.2.1.3446.6644

- Rivero-Guerra, A. O. (2018). Práctica de Laboratorio de granos de Almidón en un Curso de botánica general: una Experiencia de Clase Invertida. *Formación universitaria*, 11(1), 87-104.
- Rocha, E. O., Carrillo, F. R., Carrillo, M. D. J. M., Torres, R. M. L., Rico, D. G., y Ramos, F. V. M. (2014). Estrategias de enseñanza-aprendizaje y su importancia en el entorno educativo. México: Red Durango de Investigadores Educativos AC.
- Rodríguez, D. A., y Gómez, D. G. (2016). Implantación de un sistema de coevaluación asistida por rúbricas con estudiantes del grado de educación primaria. *el mundo*, 9.
- Rodríguez, E. M. R. (2017). Lineamientos teóricos y metodológicos de la investigación cuantitativa en ciencias sociales. In *Crescendo*, 8(1), 115-121.
- Rodríguez-Sosa, J., y Hernández-Sánchez, K. (2018). Problematización de las prácticas docentes y contextualización de la enseñanza. *Propósitos y representaciones*, 6(1), 507-541.
- Rodríguez Morales, P. (2017). Creación, desarrollo y resultados de la aplicación de pruebas de evaluación basadas en estándares para diagnosticar competencias en matemática y lectura al ingreso a la universidad. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*.
- Rojas, D. G., Rojas, C. G., y Fernández, S. J. (2016). Factores influyentes en motivación y estrategias de aprendizaje en los alumnos de grado. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 14(2), 31-44.
- Rojas, J. C., Urdaneta, E. M., y Guevara, L. B. M. (2014). Estrategias para el aprendizaje significativo de procesos de fabricación mediante orientación constructivista. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, (75), 92-103.
- Saldarriaga-Zambrano, P. J., Bravo-Cedeño, G. D. R., y Loor-Rivadeneira, M. R. (2016). La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea. *Dominio de las Ciencias*, 2(3 Especial), 127-137.
- Sánchez, I. A. (2017). Didáctica de la nutrición vegetal: análisis de los principales manuales de fisiología vegetal y las concepciones de los estudiantes del Máster Universitario de Formación del Profesorado de ESO y Bachillerato de la UCM (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).
- Solís, C. A. (2015). Creencias sobre enseñanza y aprendizaje en docentes universitarios: Revisión de algunos estudios. *Propósitos y representaciones*, 3(2), 227-260.

- Soto, L. C. (2020). Diseño de un prototipo experimental para fortalecer el concepto de fotosíntesis mediante la obtención de energía eléctrica a través de las plantas orientado a estudiantes de grado séptimo de la IED Juan Lozano y Lozano, jornada nocturna (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios).
- Södervik, I., Mikkilä-Erdmann, M., y Vilppu, H. (2014). Promoting the understanding of photosynthesis among elementary school student teachers through text design. *Journal of Science Teacher Education*, 25(5), 581-600.
- Sosa, J. A., y Dávila, D. T. (2019). La enseñanza por indagación en el desarrollo de habilidades científicas. *Educación y Ciencia*, (23), 605-624.
- Shablico, D. (2014). La evaluación de los aprendizajes: un análisis sobre las modalidades aplicadas en la formación de profesores del Instituto de Profesores Artigas. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 5(20), 157-177.
- Torres, L., y Sánchez, J. M. (2019). Aprendizaje activo para las ciencias naturales. *Observatorio de la Educación-UNAE. Cuaderno de Política Educativa 5*. ISSN 2588-0632
- Vargas, L. A. C., y De la Barrera, A. E. R. (2021). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): experimentación en laboratorio, una metodología de enseñanza de las Ciencias Naturales. *Plumilla Educativa*, 27(1), 105-128.
- Valdiviezo, A. D. L. R., Girón, K. T., Armijos, K. J., y Freire, E. E. E. (2019). El proceso de enseñanza-aprendizaje en las ciencias naturales: las estrategias didácticas como alternativa. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(1), 58-62.
- Vásquez, V, E. M., y Olave, U., R. E. (2016). Propuesta de un trabajo pedagógico integrado, utilizando el Modelo Didáctico Analógico, para mejorar el rendimiento en alumnos de enseñanzas media de la ciudad de Los Ángeles (Doctoral dissertation, Universidad de Concepción).
- Vega, Y. L., Merchán, N. Y. T., y Pedreros, E. Y. (2020). Concepciones de los estudiantes de un contexto rural sobre la fotosíntesis. *Praxis & Saber*, 11(27), 11298.
- Villegas, M., Josefina, D., y Valles, P, R. E. (2015). Papel de los conocimientos previos en el aprendizaje de la matemática universitaria.
- Walter, L., Gallegos, A., y Huerta, A. O. (2014). Aprendizaje por descubrimiento vs. Aprendizaje significativo: Un experimento en el curso de historia de la psicología. *Boletim-Academia Paulista de Psicologia*, 34(87), 455-471.
- Zorrilla, E. G. (2019). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales desde una perspectiva psicosocial.

Zorrilla, E.G., Morales, L., Mazzitelli, C.A. y Olivera, A.C. (2019). Análisis de trabajos prácticos de laboratorio elaborados por futuros docentes de Ciencias Naturales. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*,14(2), 286-302. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712>.

Zorrilla, E., Quiroga, D., Morales, L., Mazzitelli, C., y Maturano, C. (2020). Reflexión sobre el trabajo experimental planteado como investigación con docentes de Ciencias Naturales. *Ciencia, docencia y tecnología*, (60), 263-285.

Zúñiga, M, A., Leiton, S., R., y Naranjo, R J. A. (2014). Del sistema educativo tradicional hacia la formación por competencias: Una mirada a los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria de Mendoza Argentina y San José de Costa Rica.

CAPÍTULO 8. ANEXOS

Anexo 1. Pretest dirigido para los estudiantes del curso de biología general de la carrera de enseñanza de las ciencias.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Escuela de Ciencias Biológicas

Estimado(a) Estudiante: El siguiente pretest tiene como fin indagar sobre conocimientos y habilidades científicas en los temas de fotosíntesis y respiración celular. Le solicitamos que responda de acuerdo con sus conocimientos, tome en cuenta que no hay *respuesta malas ni buenas*. La información suministrada será de carácter confidencial y utilizada únicamente para elaborar el Trabajo Final de Graduación para optar por la Licenciatura en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. De ante mano le agradecemos su colaboración.

Datos personales

Prueba Diagnóstica

Duración de la prueba: 15 min.

Fecha: _____

Edad: _____

Nombre del estudiante: _____

Lugar de Procedencia: _____

Colegio de Procedencia: _____

Modalidad: Técnico (), Académico (), Científico (), Otro: _____

¿Primera vez en el curso? () Si o () No.

Bach. Julio Zúñiga Marín.

Instrucciones generales: Lea cuidadosamente todo el documento antes de contestarlo. Utilice solamente lapicero de tinta color negra o azul para contestar la opción que le parezca correcta. La prueba consta de los siguientes ítems: selección única, identifique y desarrollo

I parte. Selección única. Indicaciones: Marque con una (X) la opción que le parezca correcta en cada uno de los siguientes ítems.

1. Lea el siguiente texto

Marta es una joven amante de las plantas y su casa está decorada con muchas de estas, en su última visita al vivero adquirió dos plantas de Anisillo (*Piper auritum*). Estas fueron colocadas en dos lugares con diferentes condiciones lumínicas, una en el jardín y la otra en la sala de su casa, meses después comenzó a darse cuenta de que la planta del jardín presenta hojas de mayor tamaño, más verdes y con mayor crecimiento con respecto a la planta que se encontraba en la sala.

Analice el texto anterior. ¿Cuál es el principal proceso que influye en el crecimiento de las plantas y qué permitió que la planta del jardín tuviese mejor crecimiento?

- a) Respiración Celular
- b) Fotosíntesis
- c) Ciclo de las xantofilas
- d) Rutas de biosíntesis

2. Lea el siguiente texto.

“Conjunto de reacciones celulares mediante las cuales los carbohidratos sintetizados por la fotosíntesis son oxidados a CO_2 y H_2O , y la energía liberada es transformada mayoritariamente en ATP” (Azcón-Bieto y Talón, 2000)

¿Cuál de los siguientes procesos hace referencia el texto anterior?

- a) Respiración celular
- b) Producción de biomasa
- c) Ciclo de ácido cítrico
- d) Fotosíntesis

3. Lea el siguiente texto.

“En la fotosíntesis ocurren dos subprocesos uno llamado *fase lumínica* que utiliza la energía de la luz solar para llevar a cabo la oxidación fotoquímica del H_2O , con esto la reducción del NADPH para liberar O_2 y la fosforilación del ADP para producir ATP. En la *fase oscura* utiliza el NADPH y ATP producidos en la fase lumínica para la síntesis reductora de los hidratos de carbono a partir de CO_2 y H_2O ” (Mathews y Ahern, 2013).

Según el texto anterior ¿En qué sitio de la célula ocurren la fase lumínica y oscura?

- a) Mitocondria
- b) Cloroplasto
- c) Aparato de Golgi
- d) Retículo endoplasmático

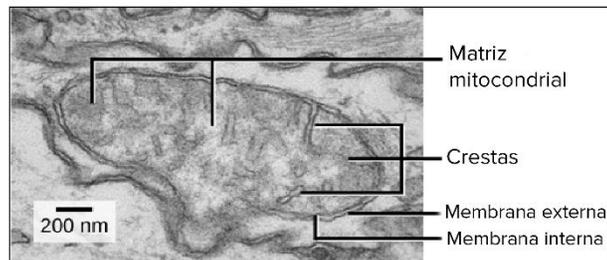
4. Lea el siguiente texto

En el libro “el origen de la vida” se menciona que existían organismos que dependían de la degradación de la materia orgánica para obtener energía, lo que generaba un problema ya que se limitaban a colonización de ciertos hábitats, sin embargo, durante la evolución aparecieron individuos anaeróbicos capaces de utilizar la luz solar como fuente de energía. Estos organismos que ya no dependían de la materia orgánica para obtener energía comenzaron a colonizar nuevos hábitats (Val, Heras y Monge, 1987).

Analice el texto anterior ¿Qué tipo de organela influyó en la evolución de estos nuevos organismos?

- a) Mitocondrias
- b) Pared Celular
- c) Aparato de Golgi
- d) Cloroplastos

5. La siguiente imagen muestra la micrografía electrónica de una mitocondria de la célula vegetal.



Fuente: <https://cdn.kastatic.org/ka-perseus-images/a23d045e4e75f33bdc7fb4e18ebc9048d79f693e.png>

¿Qué papel desempeña esta organela durante la Respiración Celular?

- I. Producción de Adenosín difosfato (ADP)
- II. Producción de Adenosín trifosfato (ATP)
- III. Absorción de la energía producida durante la fotosíntesis
- IV. Metabolismo de los ácidos grasos mediante un proceso denominado β -Oxidación

- a) Solo I
- b) Solo II y IV
- c) Solo II y V
- d) Solo III

6. Lea el siguiente texto.

El Ciclo del Ácido Cítrico es la vía central del metabolismo aeróbico; en esta vía se oxidan los compuestos de carbono que provienen de la degradación de todos los principios inmediatos y también se forman moléculas precursoras para la síntesis de muchos de ellos. Su nombre proviene del primer intermediario formando, el Citrato. También conocido como Ciclo de los Ácidos Tricarboxílicos porque dos intermediarios de la vía son ácidos de este tipo (Ordorica y Velázquez, 2009).

Según el texto anterior ¿En qué organela y parte de ella ocurre el ciclo descrito anteriormente?

- a) Mitocondria y cloroplasto
- b) Cloroplastos y tilacoides

c) Mitocondria y citosol

d) Mitocondria y matriz mitocondria

7. La especie vegetal “Venus atrapamoscas” (*Dionaea muscipula*) es una planta fotosintética que obtiene nitrógeno, aunque, no energía mediante la digestión de los insectos que captura.



Fuente: https://http2.mlstatic.com/30-semillas-planta-carnivora-venus-atrapamoscas-D_NQ_NP_126611-MLC20578110322_022016-F.jpg

¿Qué tipo de alimentación presenta la “Venus atrapamoscas”?

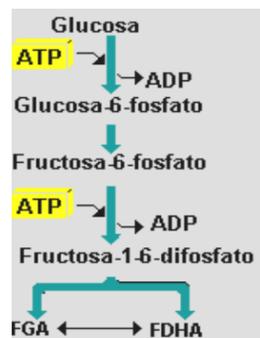
a) Consumidor primario

b) Heterótrofo

c) Autótrofo

d) Carnívoro

8. La **glucólisis** o **glicolisis** es la ruta metabólica, formada por diez reacciones enzimáticas, mediante la que se degrada una molécula de glucosa hasta dos moléculas de piruvato, además de producir energía en forma de ATP y de NADH (Mathews y van Holde, 2011).



Fuente:

<http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Glucólisis.pdf>

¿En qué organela y parte de esta se menciona anteriormente?

desarrolla la ruta metabólica

- I. Cloroplasto y matriz mitocondrial
- II. Cloroplasto y citosol
- III. Mitocondria y matriz mitocondrial
- IV. Mitocondria y citosol

a) Solo I y II

c) Solo II y IV

b) Solo III y IV

d) Solo IV

II Parte. Identifique. Identifique y coloque en el cuadro inferior, el nombre del proceso (fotosíntesis/respiración celular) que se lleva a cabo en cada una de las organela representadas posteriormente, así como el nombre de la célula y las partes señaladas en cada una de ellas.

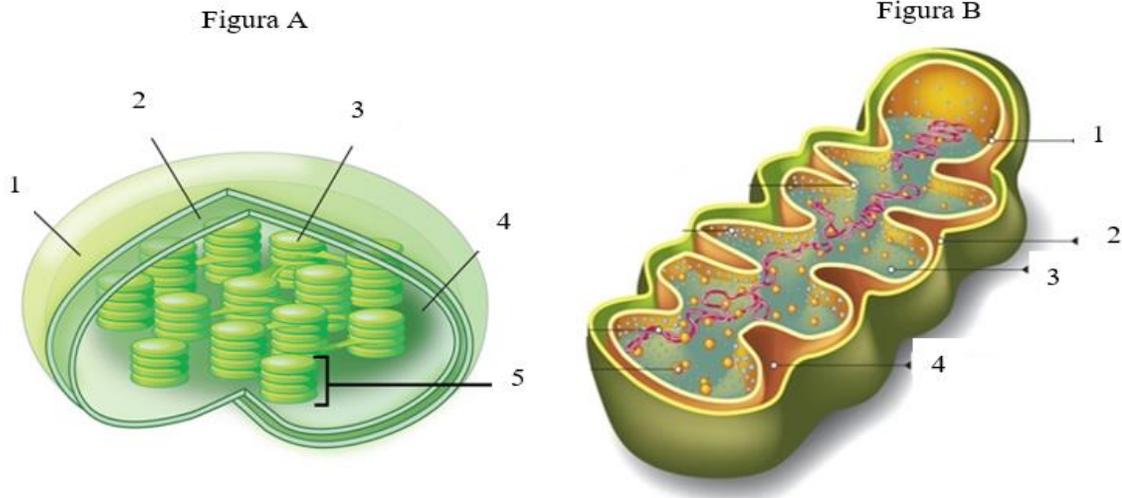


	Figura A	Figura B
Proceso		
Nombre		
Partes		
1		
2		
3		
4		
5		

III Parte. Desarrollo. Analice los siguientes casos que se encuentran relacionados con el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas.

Caso A

Biomasa y carbono en plantaciones de *Terminalia amazonia* en la zona sur de Costa Rica.

“Las plantaciones forestales, por la gran cantidad de biomasa que producen por unidad de área, fijan anualmente mucho CO₂ y por ende contribuyen a la “limpieza de la atmosfera”. El carbono fijado en la biomasa permanece acumulado en las plantas por largos periodos. La función de las plantaciones forestales como elemento mitigador de los gases de efecto invernadero es reconocida en la actualidad por la comunidad nacional e internacional” (Montero y Kanninen, 2002).

Menciones dos efectos uno positivo y otro negativo que traería consigo la tala de las plantaciones forestales

- _____

- _____

¿Considera usted que el proceso de respiración celular interviene en el caso anterior? ¿Explique?

¿Qué ruta metabólica interviene directamente en la fijación de CO₂ y mencione dos funciones de las plantaciones forestales a los ecosistemas?

Ruta metabólica: _____

- _____

- _____

Caso B. Don Jorge y su finca de café para la exportación.

Don Jorge es un ingeniero agrónomo que tiene una plantación de café en la zona de los santos, con la idea de mejorar la calidad de sus árboles de café comienza a investigar sobre metodologías que le permitan optimizar sus recursos y obtener mejor calidad del grano, un día busco en internet varios artículos científicos y en uno de estos encontró lo siguiente; “Desde hace décadas se sabe que el aparato fotosintético del café está adaptado a condiciones sombreadas: las hojas que reciben sol directo muestran una tasa de fotosíntesis menor que hojas en la sombra” (Rapidel, Allinne, Cerdán, Meylan, Filho, Avelino, 2015). A partir de este párrafo que leyó en el artículo se le ocurrió pedir a estudiantes expertos del curso de biología general que le ayuden a mejorar su plantación de café.

¿Qué le recomendaría usted a Don Jorge para su plantación ya que sabe que el aparato fotosintético del café está adaptado a condiciones sombreadas?

Mencione dos consecuencias que trae consigo en la productividad y calidad de la plantación de Don Jorge si esta permanece en lugares donde hay incidencia del sol durante todo el día.

Caso C. El biólogo Juan y su emprendimiento con la venta de plantas medicinales.

Juan es un biólogo que trabaja con la siembra de varios tipos de plantas para comercializar sus usos medicinales, actualmente está trabajando con la “Dedalera” (*Digitalis purpurea*) ya que esta planta produce un alcaloide (metabolito secundario) conocido como “digitalina” que es utilizado para tratamiento de la insuficiencia cardiaca, sin embargo, está probando en su invernadero algunas condiciones lumínicas y edáficas (suelo) diferentes para obtener mejores resultados de germinación de sus semillas. Leyendo un poco encontró en algunos libros que; “los metabolitos secundarios se sintetizan en la planta en cantidades muy bajas, a veces en células especializadas, lo que hace que su extracción sea difícil y costosa. En ocasiones, estas células especializadas pueden formar tejidos e incluso órganos de la planta, y dentro de ellos, pueden ser almacenados estos metabolitos en diferentes organelos celulares como: vacuolas, cloroplastos, lisosomas” (Suárez, Corchado, Olivares, Campillo, Méndez y Serrano, 2014).

Juan pensó en que si la Digitalina se almacena en los cloroplastos ¿Qué tendría que hacer él, en su invernadero para estimular que la Dedalera produzca más cloroplastos? Mencione una explicación.

Anexo 2. Cuestionario dirigido para los docentes de la cátedra de biología general.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Escuela de Ciencias Biológicas
Anteproyecto 2019

Estimado(a) docente: El siguiente cuestionario tiene como fin indagar sobre las metodologías de enseñanza, conocimientos y habilidades que posee usted como profesor durante el desarrollo de las clases del curso de biología general. Le solicitamos que responda de acuerdo con sus conocimientos la información solicitada, será de uso confidencial y utilizada únicamente para elaborar el Trabajo Final de Graduación para optar por la Licenciatura en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. De ante mano le agradecemos su colaboración.

Fecha _____

Nombre del profesor: _____

Instrucciones generales: A continuación, se realizarán una serie de preguntas, con el propósito de recopilar información sobre el uso de estrategias de mediación y evaluación que utiliza en sus clases con respecto a algunos temas que son importantes de considerar para la presente investigación.

Parte I. Rol del docente

1. ¿Cuántos años de experiencia tiene como docente del curso de biología general para los estudiantes de enseñanza de las ciencias?

- () 1 a 5 años
 () 11 a 15 años

- () 6 a 10 años
 () Mas de 16 años

2. ¿Cuántos años de experiencia tiene como profesor-investigador en la Universidad Nacional?

- () 1 a 5 años
 () 11 a 15 años

- () 6 a 10 años
 () Mas de 16 años

Contenidos	Dificultad			Explique (Solo si marca la opción de Mucha dificultad)
	Poca	Moderada	Mucha dificultad	
Biocompuestos				
La célula				
Membrana Celular: Estructura y Función				
Metabolismo celular y energía				
Fotosíntesis				
Respiración aeróbica y anaeróbica				
Niveles de Organización en Plantas				
Niveles de Organización en Animales				
Reproducción celular				
Genética				
Evolución				

Diversidad Biológica				
Ecología				

3. Marque con equis una (X) y explique cuáles de los siguientes contenidos del curso de biología general de enseñanza de las ciencias presentan mayor dificultad para usted a la hora de planear y desarrollar su clase.

Parte II. Recursos didácticos

6. ¿Cuáles recursos didácticos utiliza usualmente en sus clases? (fotocopias, periódicos, pizarra, libros, etc.)

7. ¿Promueve el uso de recursos tecnológicos para el desarrollo de la clase? Si es así mencione al menos cuatro recursos.

Parte III. Estrategias didácticas

8. ¿Qué tipos de estrategias didácticas utiliza usted para el desarrollo de las clases?

9. (Parte de Teoría) Utiliza las mismas estrategias didácticas cada vez que da la teoría de biología general. SI/NO ¿Por qué lo hace? (Si nunca ha dado teoría pase a la pregunta 10)

10. (Parte de laboratorio) Utiliza las mismas estrategias didácticas cada vez que da laboratorio de biología general. SI/NO ¿Por qué lo hace?

11. ¿Qué tipos de estrategias didácticas promueven la participación del estudiante durante el desarrollo de la clase?

Parte IV. Evaluación

12. Mencione cuatro estrategias de evaluación que utiliza en el curso.

13. Está de acuerdo con el tipo de evaluación que se utiliza usualmente en este curso. Mencione 2 razones del porqué de su opinión.

14. A continuación se le presentan algunas herramientas digitales que pueden ser utilizadas para evaluación.

Herramientas digitales	
Portafolios electrónicos y diarios de aprendizaje	Test breves y cuestionarios en directo para comprobar la comprensión (p. ej. Kahoot, Hot Potatoes)
Juegos formativos (investigación, construcción comunitaria y juegos de rol virtuales)	Herramientas de retroalimentación y encuestas (p. ej. Socrative, Mentimeter, clickers)
Aplicaciones en la nube (p. ej. Google Forms, Padlet, Wordle)	Mapas conceptuales (p. ej. MindMapper)

¿Conocía sobre estas u otras herramientas digitales? ¿Ha utilizado usted algunas herramientas mencionadas u otras? Mencione al menos dos

15. Como docente del curso de biología general ¿A recibido algún tipo de capacitación en didáctica de las ciencias o cursos en pedagogía? Si su respuesta es afirmativa puede comentar un poco sobre su experiencia.

Anexo 3. Registro anecdótico dirigido para estudiantes del curso de biología general de la carrera de enseñanza de las ciencias.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Escuela de Ciencias Biológicas
Anteproyecto 2019**

Registro Anecdótico	Fecha:
Profesor:	Teoría () o Laboratorio ()
<i>Indicaciones:</i> Registre los comportamientos e interacciones más relevantes sucedidas durante el transcurso de la teoría o laboratorio. Anote todo tipo de hechos y evite inferir.	
<ul style="list-style-type: none">• Estrategias de mediación (Rol del docente, recursos didácticos, estrategias didácticas)• Estrategias de evaluación (Tipos de evaluación, instrumentos)	
Observaciones:	
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	

Anexo 4. Matriz de coherencia

Tema: Estrategia didáctica basada en el aprendizaje activo para el abordaje de los temas de Fotosíntesis y Respiración Celular en el curso de Biología General de la Universidad Nacional, Costa Rica.					
Estudiante: Julio Zúñiga Marín					
Objetivos específicos	Categoría	Subcategoría	Instrumento	Ítems	Fuentes de información
1. Caracterizar los conocimientos y habilidades previas que poseen los estudiantes en los temas de Fotosíntesis y Respiración Celular.	Conocimientos y habilidades previas.	Conceptos sobre fotosíntesis y respiración celular.	Pretest	22	Estudiantes del curso de Biología General.
		Aplicaciones de la fotosíntesis y respiración celular en tecnología, industria y medicina.		9	
		Habilidades para la resolución de problemas.			
2. Identificar las estrategias mediación y evaluación que comúnmente utilizan los profesores de la cátedra de Biología General al abordar los temas de Fotosíntesis y Respiración Celular.	Estrategias de mediación y evaluación utilizadas para abordar los contenidos del curso.	Estrategias de mediación (Rol del docente, recursos didácticos, tipos de estrategias).	Cuestionario y Registro Anecdótico	15	Profesores de la cátedra de Biología General.
		Estrategias de evaluación (Tipos de evaluación, instrumentos).			
3. Implementar una intervención didáctica basada en aprendizaje activo para los estudiantes de enseñanza de las ciencias matriculados en el curso de Biología General en los temas de Fotosíntesis y Respiración Celular.			Intervención didáctica		Estudiantes del curso de Biología General.
4. Contrastar los conocimientos previos de los estudiantes con los conocimientos adquiridos después de la intervención didáctica.	Conocimientos y habilidades post de los temas Fotosíntesis y Reparación Celular.	Conceptos sobre fotosíntesis y respiración celular.	Postest	22	Estudiantes del curso de Biología General.
		Aplicaciones de la fotosíntesis y respiración celular en tecnología, industria y medicina.		9	
		Habilidades para la resolución de problemas.			

Anexo 5. Postest dirigido para los estudiantes del curso de biología general de la carrera de enseñanza de las ciencias.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Escuela de Ciencias Biológicas

Estimado(a) Estudiante: El siguiente pretest tiene como fin indagar sobre conocimientos y habilidades científicas en los temas de fotosíntesis y respiración celular. Le solicitamos que responda de acuerdo con sus conocimientos, tome en cuenta que no hay *respuesta malas ni buenas*. La información suministrada será de carácter confidencial y utilizada únicamente para elaborar el Trabajo Final de Graduación para optar por la Licenciatura en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. De ante mano le agradecemos su colaboración.

Datos personales

Prueba Diagnóstica

Duración de la prueba: 15 min.

Fecha: _____

Edad: _____

Nombre del estudiante: _____

Lugar de Procedencia: _____

Colegio de Procedencia: _____

Modalidad: Técnico (), Académico (), Científico (), Otro: _____

¿Primera vez en el curso? () Si o () No.

Bach. Julio Zúñiga Marín.

Instrucciones generales: Lea cuidadosamente todo el documento antes de contestarlo. Utilice solamente lapicero de tinta color negra o azul para contestar la opción que le parezca correcta. La prueba consta de los siguientes ítems: selección única, identifique y desarrollo

I parte. Selección única. Indicaciones: Marque con una (X) la opción que le parezca correcta en cada uno de los siguientes ítems.

3. Lea el siguiente texto

Marta es una joven amante de las plantas y su casa está decorada con muchas de estas, en su última visita al vivero adquirió dos plantas de Anisillo (*Piper auritum*). Estas fueron colocadas en dos lugares con diferentes condiciones lumínicas, una en el jardín y la otra en la sala de su casa, meses después comenzó a darse cuenta de que la planta del jardín presenta hojas de mayor tamaño, más verdes y con mayor crecimiento con respecto a la planta que se encontraba en la sala.

Analice el texto anterior. ¿Cuál es el principal proceso que influye en el crecimiento de las plantas y qué permitió que la planta del jardín tuviese mejor crecimiento?

- a) Respiración Celular
- b) Fotosíntesis

- c) Ciclo de las xantofilas
- d) Rutas de biosíntesis

4. Lea el siguiente texto.

“Conjunto de reacciones celulares mediante las cuales los carbohidratos sintetizados por la fotosíntesis son oxidados a CO_2 y H_2O , y la energía liberada es transformada mayoritariamente en ATP” (Azcón-Bieto y Talón, 2000)

¿Cuál de los siguientes procesos hace referencia el texto anterior?

- a) Respiración celular
- b) Producción de biomasa
- c) Ciclo de ácido cítrico
- d) Fotosíntesis

3. Lea el siguiente texto.

“En la fotosíntesis ocurren dos subprocesos uno llamado *fase lumínica* que utiliza la energía de la luz solar para llevar a cabo la oxidación fotoquímica del H_2O , con esto la reducción del NADPH para liberar O_2 y la fosforilación del ADP para producir ATP. En la *fase oscura* utiliza el NADPH y ATP producidos en la fase lumínica para la síntesis reductora de los hidratos de carbono a partir de CO_2 y H_2O ” (Mathews y Ahern, 2013).

Según el texto anterior ¿En qué sitio de la célula ocurren la fase lumínica y oscura?

- a) Mitocondria
- b) Cloroplasto
- c) Aparato de Golgi
- d) Retículo endoplasmático

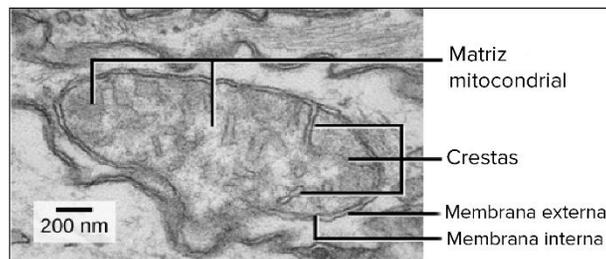
5. Lea el siguiente texto

En el libro “el origen de la vida” se menciona que existían organismos que dependían de la degradación de la materia orgánica para obtener energía, lo que generaba un problema ya que se limitaban a colonización de ciertos hábitats, sin embargo, durante la evolución aparecieron individuos anaeróbicos capaces de utilizar la luz solar como fuente de energía. Estos organismos que ya no dependían de la materia orgánica para obtener energía comenzaron a colonizar nuevos hábitats (Val, Heras y Monge, 1987).

Analice el texto anterior ¿Qué tipo de organela influyó en la evolución de estos nuevos organismos?

- a) Mitocondrias
- b) Pared Celular
- c) Aparato de Golgi
- d) Cloroplastos

5. La siguiente imagen muestra la micrografía electrónica de una mitocondria de la célula vegetal.



Fuente: <https://cdn.kastatic.org/ka-perseus-images/a23d045e4e75f33bdc7fb4e18ebc9048d79f693e.png>

¿Qué papel desempeña esta organela durante la Respiración Celular?

- V. Producción de Adenosín difosfato (ADP)
- VI. Producción de Adenosín trifosfato (ATP)
- VII. Absorción de la energía producida durante la fotosíntesis
- VIII. Metabolismo de los ácidos grasos mediante un proceso denominado β -Oxidación

- a) Solo I
- b) Solo II y IV
- c) Solo II y V
- d) Solo III

6. Lea el siguiente texto.

El Ciclo del Ácido Cítrico es la vía central del metabolismo aeróbico; en esta vía se oxidan los compuestos de carbono que provienen de la degradación de todos los principios inmediatos y también se forman moléculas precursoras para la síntesis de muchos de ellos. Su nombre proviene del primer intermediario formando, el Citrato. También conocido como Ciclo de los Ácidos Tricarboxílicos porque dos intermediarios de la vía son ácidos de este tipo (Ordorica y Velázquez, 2009).

Según el texto anterior ¿En qué organela y parte de ella ocurre el ciclo descrito anteriormente?

- a) Mitocondria y cloroplasto
- b) Cloroplastos y tilacoides
- c) Mitocondria y citosol
- d) Mitocondria y matriz mitocondria

7. La especie vegetal “Venus atrapamoscas” (*Dionaea muscipula*) es una planta fotosintética que obtiene nitrógeno, aunque, no energía mediante la digestión de los insectos que captura.

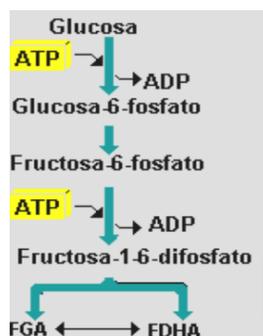


Fuente: https://http2.mlstatic.com/30-semillas-planta-carnivora-venus-atrapamoscas-D_NQ_NP_126611-MLC20578110322_022016-F.jpg

¿Qué tipo de alimentación presenta la “Venus atrapamoscas”?

- a) Consumidor primario
- b) Heterótrofo
- c) Autótrofo
- d) Carnívoro

8. La **glucólisis o glicolisis** es la ruta metabólica, formada por diez reacciones enzimáticas, mediante la que se degrada una molécula de glucosa hasta dos moléculas de piruvato, además de producir energía en forma de ATP y de NADH (Mathews y van Holde, 2011).



Fuente:

<http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Glucólisis.pdf>

¿En qué organela y parte de esta se mencionada anteriormente?

desarrolla la ruta metabólica

- I. Cloroplasto y matriz mitocondrial
- II. Cloroplasto y citosol
- III. Mitocondria y matriz mitocondrial
- IV. Mitocondria y citosol

a) Solo I y II
b) Solo III y IV

c) Solo II y IV
d) Solo IV

II Parte. Identifique. Identifique y coloque en el cuadro inferior, el nombre del proceso (fotosíntesis/respiración celular) que se lleva a cabo en cada una de las organela representadas posteriormente, así como el nombre de la célula y las partes señaladas en cada una de ellas.

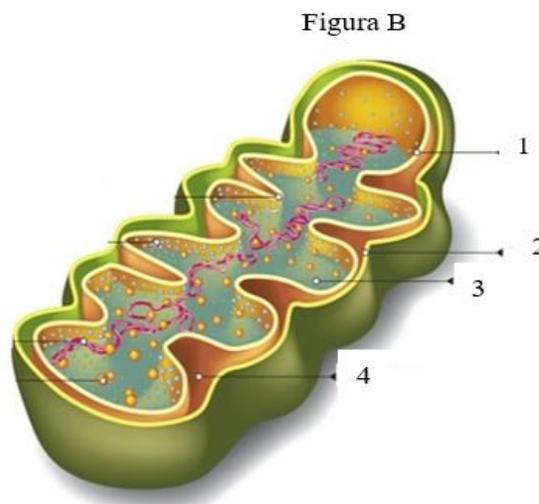
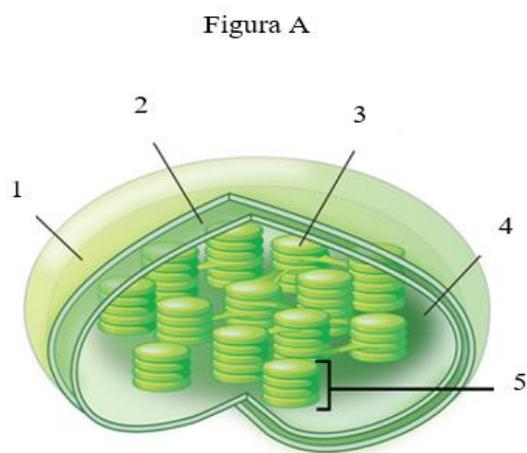


	Figura A	Figura B
Proceso		
Nombre		

Partes		
1		
2		
3		
4		
5		

III Parte. Desarrollo. Analice los siguientes casos que se encuentran relacionados con el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas.

Caso A

Biomasa y carbono en plantaciones de *Terminalia amazonia* en la zona sur de Costa Rica.

“Las plantaciones forestales, por la gran cantidad de biomasa que producen por unidad de área, fijan anualmente mucho CO₂ y por ende contribuyen a la “limpieza de la atmosfera”. El carbono fijado en la biomasa permanece acumulado en las plantas por largos periodos. La función de las plantaciones forestales como elemento mitigador de los gases de efecto invernadero es reconocida en la actualidad por la comunidad nacional e internacional” (Montero y Kanninen, 2002).

Mencione dos efectos uno positivo y otro negativo que traería consigo la tala de las plantaciones forestales

- _____

- _____

¿Considera usted que el proceso de respiración celular interviene en el caso anterior? ¿Explique?

¿Qué ruta metabólica interviene directamente en la fijación de CO₂ y mencione dos funciones de las plantaciones forestales a los ecosistemas?

Ruta metabólica: _____

- _____

-

Caso B. Don Jorge y su finca de café para la exportación.

Don Jorge es un ingeniero agrónomo que tiene una plantación de café en la zona de los santos, con la idea de mejorar la calidad de sus árboles de café comienza a investigar sobre metodologías que le permitan optimizar sus recursos y obtener mejor calidad del grano, un día busco en internet varios artículos científicos y en uno de estos encontró lo siguiente; “Desde hace décadas se sabe que el aparato fotosintético del café está adaptado a condiciones sombreadas: las hojas que reciben sol directo muestran una tasa de fotosíntesis menor que hojas en la sombra” (Rapidel, Allinne, Cerdán, Meylan, Filho, Avelino, 2015). A partir de este párrafo que leyó en el artículo se le ocurrió pedir a estudiantes expertos del curso de biología general que le ayuden a mejorar su plantación de café.

¿Qué le recomendaría usted a Don Jorge para su plantación ya que sabe que el aparato fotosintético del café está adaptado a condiciones sombreadas?

Mencione dos consecuencias que trae consigo en la productividad y calidad de la plantación de Don Jorge si esta permanece en lugares donde hay incidencia del sol durante todo el día.

Caso C. El biólogo Juan y su emprendimiento con la venta de plantas medicinales.

Juan es un biólogo que trabaja con la siembra de varios tipos de plantas para comercializar sus usos medicinales, actualmente está trabajando con la “Dedalera” (*Digitalis purpurea*) ya que esta planta produce un alcaloide (metabolito secundario) conocido como “digitalina” que es utilizado para tratamiento de la insuficiencia cardiaca, sin embargo, está probando en su invernadero algunas condiciones lumínicas y edáficas (suelo) diferentes para obtener mejores resultados de germinación de sus semillas. Leyendo un poco encontró en algunos libros que; “los metabolitos secundarios se sintetizan en la planta en cantidades muy bajas, a veces en células especializadas, lo que hace que su extracción sea difícil y costosa. En ocasiones, estas células especializadas pueden formar tejidos e incluso órganos de la planta, y dentro de ellos, pueden ser almacenados estos metabolitos en diferentes organelos celulares como: vacuolas, cloroplastos, lisosomas” (Suárez, Corchado, Olivares, Campillo, Méndez y Serrano, 2014).

Juan pensó en que si la Digitalina se almacena en los cloroplastos ¿Qué tendría que hacer él, en su invernadero para estimular que la Dedalera produzca más cloroplastos? Mencione una explicación.
