UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN

PROPUESTA DE TRABAJO FINAL

Estrategia de enseñanza basada en una metodología de investigación científica escolar, para lograr un aprendizaje significativo del proceso de fotosíntesis de los estudiantes del grado 10° del Colegio Alemán de Medellín

Presenta:

Juan Fernando Correa Benítez

Asesor:

Maria Neifer Moreno Alzate

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Facultad de Ciencias

Universidad Nacional de Colombia

Sede Medellín

2015

CONTENIDO

RESUMEN 6
INTRODUCCIÓN 7
TEMA 8
JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA 9
ANTECEDENTES 11
MARCO REFERENCIAL 12
MARCO TEÓRICO 12
MARCO CONCEPTUAL Y DISCIPLINAR 16
Fotosíntesis 16
Conversión de la energía lumínica en energía química 17
Cloroplastos 17
Etapas de la fotosíntesis 18
Productos de la fotosíntesis 20
MARCO LEGAL 21
OBJETIVOS 23
Objetivo General: 23
Objetivos específicos: 23
METODOLOGÍA 24
Evaluación y evidencias de la investigación científica escolar como proceso de aprendizaje significativo 27
RESULTADOS 28
Prueba diagnóstica sobre fotosíntesis 28
Prueba final de conocimientos en fotosíntesis 29
Resultados de la prueba de diagnóstico sobre fotosíntesis 29
Resultados de la prueba final sobre fotosíntesis 30
Análisis estadístico de las pruebas escritas realizadas con los estudiantes del colegio Alemán 31
Conclusión del análisis estadístico de la prueba practicada 33
Análisis de los trabajos de investigación realizados por los estudiantes 34
Pregunta de investigación 36
Hipótesis 39

Diseño experimental 40
Análisis de los resultados y conclusiones 42
Conclusiones del análisis de todos los aspectos evaluativos que se tomaron en cuenta para la evaluación de cada proyecto de investigación. 46
CONCLUSIÓN 46
CRONOGRAMA 47
REFERENCIAS 48
ANEXOS 50
Anexo 1 50
Test de conocimientos previos realizado a los estudiantes del grado 10 del colegio Alemán sobre fotosíntesis. 50
Anexo 2 52
Test de conocimientos finales realizado a los estudiantes del grado 10 del colegio Alemán sobre fotosíntesis 52
Anexo 3 53
Proyectos de investigación de los estudiantes. 53
Factores que afectan en la fotosíntesis: 57
Mapa Conceptual 65
Pregunta base del experimento 66
Introducción 66
Hipótesis 66
Marco Conceptual 66
Fase Lumínica 66
Factores que afectan la fotosíntesis 67
Carencia de Luz. 67
Poca presencia de Clorofila. 67
Bajo C02 en el ambiente. 67
Baja disponibilidad de ATP. 67
Disponibilidad de H_20 67
Temperatura. 68
Fases de la fotosíntesis. 68
Ciclo de Calvin. 68
Contexto histórico de la fotosíntesis. 68
Estos son otros científicos y sus descubrimientos: 69

Siglo XX 70
Tabla de resultados 72
Análisis de resultados 73
Conclusión 73
Aplicaciones para la vida 73
Causas de error 74
Bibliografía 74
Fase lumínica 89
Fase oscura 89

Contenido Imágenes

Imagen 1 Cloroplastos 18
Imagen 2 Fase lumínica 19
Imagen 3 Fase oscura 19
Imagen 4 Producto de la fotosíntesis 20
Imagen 5 Proceso de investigación escolar 25

ABSTRACT

Submit a proposal or strategy to address a conceptual problem in Biology and it is how to embrace the teaching of photosynthesis high school students of grade 10. My experience as a teacher of biology, photosynthesis is an issue that teaches in class the only way to explain is with lectures and simple experiments that allow students to verify the general equation of photosynthesis, by measuring the amount of oxygen produced or quantifying the amount of carbon dioxide consumed, and many other possible activities.

Even after these processes, learning is not significant because days after then begins whit the subject “breathing”, and try to joint these two subjects students do not remember its, for this reason I wish to propose a teaching strategy based in research on photosynthesis processes at school level.

RESUMEN

Se presenta una propuesta o estrategia para enfrentar un problema conceptual en Biología y es la forma de abarcar los procesos de enseñanza de la fotosíntesis en el grado 10 de estudiantes de bachillerato. En mi experiencia como docente de Biología la fotosíntesis es un tema que al verlo en clase la única forma de afrontarlo es con clases magistrales y con diseños experimentales sencillos que permitan a los estudiantes comprobar o verificar la ecuación general de la fotosíntesis, ya sea midiendo la cantidad de oxígeno que se produce o también midiendo la cantidad de dióxido de carbono que se consume, además de muchos otras posibles actividades experimentales.

Pero aun después de estos procesos, el aprendizaje no se da de forma significativa ya que al poco tiempo después se inicia con el tema de la respiración y al tratar de unir estos dos temas los estudiantes no lo recuerdan, por tal motivo deseo proponer una estrategia de enseñanza basada en procesos de investigación a nivel escolar frente a la fotosíntesis.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la experiencia docente siempre se ha tratado de dejar a los estudiantes no solo conocimiento sino más bien crearles la inquietud para poder generar preguntas de lo que han aprendido. Históricamente el tema de la fotosíntesis siempre ha sido uno de esos temas que no se quieren tomar por parte de los docentes y mucho menos por parte de los estudiantes ya que este proceso biológico tiene bases bioquímicas que pueden generar desgano y una mala actitud por así decirlo.

La fotosíntesis es un proceso biológico que se debe de entender como parámetro fundamental según lo plantea los estándares curriculares del ministerio de Educación Nacional en Colombia, por lo tanto nosotros los docentes tenemos la obligación de crear una estrategia que permita que estas bases bioquímicas lleguen a los estudiantes y no solamente lleguen sino más bien que generen en ellos la posibilidad de relacionarlo con otros temas vitales dentro de los conceptos de Biología permitiendo así una interdisciplinariedad entre los conceptos vistos en las clase, ya que todos los que participamos en estos procesos, separamos y clasificamos la Biología como temáticas que no le damos la interacción necesaria en el área de Ciencias Naturales.

Se pretende generar una propuesta de enseñanza en este tema basándose en investigación escolar dentro del aula de clase y poder generar en los estudiantes un aprendizaje significativo que genere no solamente conocimiento a largo plazo sino que también promueva interrogantes para relacionarlos con otros temas y por qué no con otras áreas. La metodología que se va a utilizar tiene como principios la experimentación ya que es la base de la investigación y la idea es fortalecerla propiciando un avance generando investigación, no basándose simplemente en llenar una receta como aparece las prácticas experimentales sino más bien generando una pregunta de investigación que lleve a un diseño experimental que pueda responder una o varias hipótesis, todo esto permitirá que los estudiantes puedan generar otras preguntas de investigación.

Hasta el momento la fotosíntesis como tema fundamental en Biología del grado 10 del Colegio Alemán se ha basado en una parte teórica, siendo muy importante pero no lo esencial, además de esta parte teórica también se trabaja las prácticas experimentales que fundamentan estos conceptos. Todo esto lo quiero fortalecer llevando a los estudiantes a crear su propio proceso de investigación.

TEMA

Esta idea surge después de trabajar con los estudiantes la fotosíntesis por varios años y poder observar que aunque se generen diferentes estrategias a la hora de enfrentar este tema no genera un aprendizaje significativo, el interés de poder crear una estrategia a partir de la investigación en aula de clase. Pretendo desde un proceso de investigación a nivel escolar llevado a cabo por los estudiantes del grado 10 del Colegio Alemán generar posibilidades de cubrir esos vacíos que se están produciendo con la metodología que se lleva en la actualidad basada en la clase magistral y el seguimiento de alguna práctica experimental, y así poder generar un conocimiento significativo.

Esta estrategia se basa en la investigación por parte de los estudiantes teniendo en cuenta unos procesos experimentales los cuales pueden ser modificados por ellos apuntando a las preguntas de investigación las cuales van a generar una metodología de investigación propia que apuntan a responder unos objetivos generales y sobre todo los específicos. Todo esto apunta a un cambio fuerte ya que después de varios años trabajando la misma temática, y evaluando lo mismo, Considero que basados en que estos aspectos y que además de todo esto los docente llevamos repitiendo los conceptos y haciendo que los estudiantes repitan esto en pruebas escritas, no estamos generando un verdadero conocimiento ya que no tienen bases para generar nuevas ideas a partir de lo aprendido.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Diseñar una propuesta de enseñanza, basada en una metodología de investigación científica escolar, que permita generar un aprendizaje significativo en relación con la fotosíntesis, en estudiantes del grado 10° del Colegio Alemán.

Este es el objetivo que me propongo resolver desarrollando una metodología basada en la investigación científica a nivel escolar. El tema seleccionado es la fotosíntesis donde se trabajará las dos fases fundamentales, las fases son la lumínica y la oscura o también llamada ciclo de Calvin, pretendo que los estudiantes fortalezcan los conocimientos previos sobre este tema proponiendo prácticas diseñadas por el docente, los estudiantes tienen la posibilidad de seguir un manual (experimento) donde se responderá una pregunta elaborada por el profesor, para luego iniciar con un proceso de investigación científica, en la cual cada estudiante elaborará una pregunta de investigación, la cual será respondida con la generación de una o varias hipótesis (preferible una). Para luego iniciar con un diseño y trabajo del método científico que tenga como finalidad responder la pregunta planteada inicialmente por él.

Este trabajo se realizará con los estudiantes del Colegio Alemán de Medellín de grado 10, ya que dentro de su malla curricular se encuentra este tema (fotosíntesis). Se pretende realizarlo en la unidad conceptual denominada fotosíntesis y respiración celular planeada por los docentes del área de Ciencias Naturales de este colegio en el mes de noviembre y en el mes de enero del año 2015.

JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Enseñar Ciencias naturales no solo requiere del manejo de conceptos por parte del docente sino que además se necesita de una visión mucho más amplia por parte de este ya que enfrenar a los estudiantes no solo es una transferencia de conocimiento unilateral, sino que además exige crear diferentes formas de motivar a cada estudiante ya que algunos de los estudiantes con solo esa parte teórica podrían tener un conocimiento significativo (Henao, 2008).

Pero los estudiantes no solo exigen conocimiento y transferencia, más bien necesitan crear caminos que puedan generar inquietudes y que no se respondan con preguntarle al profesor y buscar en internet, sino que requieran elaborar una propuesta de investigación que relacione no solo los conceptos de Biología y fotosíntesis sino que abarquen otras áreas como la Física y la Química.

Normalmente los colegios y las escuelas tanto públicas como privadas en el área de Ciencias Naturales se han basado en la adquisición de saberes de forma casi siempre frontal, esto ha sido apoyado por las políticas del gobierno, pero desde hace ya algunos años se puede evidenciar que se está tratando de generar en la sociedad académica un cambio donde se incluyan no solo a los docentes sino también a los estudiantes. Este cambio requiere de un esfuerzo inicial que parte de los docentes y directivas para poder permitir una continuidad en esas habilidades, actitudes y destrezas que traen los niños desde preescolar y primaria.

Permitir que nuestros niños cuando lleguen al bachillerato no se dé esa pérdida de ganas frente al conocimiento y sobre todo a promover la investigación, que desde un punto de vista histórico es innata en los seres humanos, más bien pretender que esa necesitad de preguntar, indagar y pensar en grande sea promovido por parte nuestra y así poder por lo menos buscar una nueva forma de llegar a un conocimiento con más bases, y que en general cada nuevo conocimiento lo pueda relacionar con muchas otras áreas y aun mejor poder integrarlo a su vida.

En el colegio Alemán no existe un trabajo autónomo en Biología y mucho menos en equipo que permita al joven desarrollar técnicas de indagación, investigación y las aplicaciones donde se pueda transferir lo aprendido a otros contenidos de Ciencias Naturales como la Física y la Química.

Pretendo con esta investigación motivar a los estudiantes a profundizar sobre el tema de la fotosíntesis y no solo que dominen el tema dentro de las exigencias que se les exige para la edad, sino que además puedan integrar estos conceptos y entender un poco más cerca de cómo se formó la vida dependiente del oxígeno proveniente de la

fotosíntesis en el planeta tierra y como a partir de esto han evolucionado toda una serie de procesos a nivel bioquímico y celular permitiendo la existencia de otras formas de vida.

ANTECEDENTES

Históricamente la fotosíntesis es un tema que han presentado varios retos para los docentes ya que los conceptos que se trabajan van desde los simple como las partes de las plantas hasta entrar en un mundo de la bioquímica donde se profundizan conceptos con un nivel de complejidad mayor, por eso se requiere iniciar un proceso hacia el conocimiento significativo como lo planteó (Osborne, 1995), quien argumentó en sus estudios con jóvenes y niños y elaborando ejercicios y preguntas en el área de Física, que todos los estudiantes traen por su experiencia propia de vida unos conocimientos previos que pueden ser la base para inicar de un proceso significativo de aprendizaje.

Cuando un docente decide trabajar con cualquier tema debe tener presente factores como los instrumentos o herramientas que le permiten a los docentes y a los estudiantes trabajar un concepto en este caso la fotosíntesis como lo plantea un estudio realizado con diferentes editoriales (González, 2003), donde se plantea que la mayoría de las editoriales trabajan la fotosíntesis como conceptos y no como actividades y ahí es donde se presenta una deficienia ya que la parte experimental y propositiva se queda con un nivel muy bajo, tambien se quedan cortos estos libros en el tema de los organismos fotosintéticos a nivel unicelular.

Estos dos aspectos y otros más como los conocimientos que deben tener los profesores a la hora de enfrentar una disciplina como la fotosíntesis (Grossman, 1990), donde se plantea la forma en que se debe transmitir o enseñar los conocimientos ya que deben de haber factores, modelos, estrategias que permitan una enseñanza acertiva dirigida a un tipo especial de jóvenes y niños con una paricularidades según en enfoque y medio en que se desenvuelva este proceso.

Estos aspectos mencionados permiten plantear la idea que enseñar cualquier concepto en el área de las ciencias naturales y en este caso la fotosíntesis, requiere un manejo

cuidadoso por parte del maestro, por eso se plantea la posibilidad de crear un método de enseñanza basados en la experimentación que permita la investigación.

Esta trabajo plantea la posibilidad de generar una estrategía que permita a los jóvenes generar inquietudes que puedan ser resueltas con un método de investigación dentro del aula de clase. Para un docente enfrentarse a un nuevo tipo de estrategía para la enseñanza, se debe tener presente, que es fundamental la experiencia como profesor no solo en los diferentes métodos de enseñanza sino también en el marco conceptual, como lo plantea (Loughran, 2001), quien argumenta la importancia de abordar una nueva estrategía de enseñanza, ya que para obtener buenos resultados se requiere de una buena experiencia como docente en el área que se desea profundizar.

Algunos autores como (Test, 1980) plantean la dificultad de afrontar la fotosíntesis desde la didáctica ya que después de varios estudios que muestran la dificultad de abordar la fotosíntesis tanto para los profesores como para los estudiantes.

Por todo los anterior se plantea una propuesta desde la investigación a nivel escolar dentro del aula de clase.

MARCO REFERENCIAL

MARCO TEÓRICO

Cuando se empieza a buscar información en el repositorio de la UNAL y en internet sobre fotosíntesis y la forma de enseñarla en el aula de clase, se enfrenta a una gran cantidad de información que apuntaban a estos dos conceptos (fotosíntesis y estrategias para la enseñanza).

La fotosíntesis como contenido es compleja, no solo para los estudiantes sino también para los profesores ya que muchas veces aunque no lo queramos, nos vemos enfrentados a una ciclo que dificultosamente se romperá debido a que existen unas bases bioquímicas que difícilmente se enfrentan y cuando se hace se exige desde lo memorístico, este tipo de enseñanza la podemos denominar enseñanza por **transmisión**

– recepción, este tipo de enseñanza como lo he mencionado tiene una repercusión directa sobre el estudiante, ya que este tipo de educación se da a través de un proceso de captación, atención, retención y fijación de su contenido, proceso que difícilmente permite interpretar, modificar o alterar el conocimiento. (Ortega, 2007).

Esto se plantea como una antítesis de la educación, pero que desafortunadamente es lo que hacemos a diario y creemos que por los buenos resultados que arrojan nuestros estudiantes a corto plazo, consideramos que estamos haciendo una gran labor, realmente esto no se puede cuestionar pero cuando nos hacemos una pregunta, si realmente los jóvenes están aprendiendo de una forma significativa estos conceptos nos damos cuenta de una realidad muy diferente.

La experiencia docente muestra en los últimos años la fotosíntesis como un tema donde lo máximo que se implementa a nivel de estrategia pedagógica es demostrar algunos experimentos que se relacionan como lo son: la clorofila, los cloroplastos las ondas lumínicas entre otras, y mientras se trabaja esto en el laboratorio se da al mismo tiempo las clases magistrales según los diferentes textos de bachillerato. A partir de este momento los docentes actualmente se preguntan cómo afrontar este tema para que realmente sea significativo el aprendizaje a los estudiantes.

La verdadera pregunta radica en que si realmente lo que se ve con los estudiantes en las aulas de clase genera un conocimiento significativo que pueda vincular lo visto en clase y lo visto en una experiencia de laboratorio de carácter experimental.

Es preciso tener en cuenta a este respecto que, pese a la importancia dada (verbalmente) a la observación y experimentación, en general la enseñanza es puramente libresca, de simple transmisión de conocimientos, sin apenas trabajo experimental real (más allá de algunas ‘recetas de cocina’).” (Adúriz, 2003).

El siguiente aporte se toma de forma literal (Gil, 1999). La reciente investigación didáctica, tanto en el campo de las preconcepciones como en el de los trabajos prácticos, la resolución de problemas, etc. está mostrando que «los estudiantes desarrollan mejor su comprensión conceptual y aprenden más acerca de la naturaleza de la ciencia cuando

participan en investigaciones científicas, con tal que haya suficientes oportunidades y apoyo para la reflexión (Hodson, 1992).

El objetivo de este trabajo es precisamente construir un modelo de aprendizaje significativo basado en la investigación, no solo al interior de un aula de clase sino más bien que estos procesos los lleven (estudiantes) a comprender mucho más su entorno y a hacerse preguntas que puedan responder basándose en un proceso no solo experimental, que podríamos considerar como base sino más bien encaminado a la investigación.

En una práctica experimental se puede deducir que los resultados siempre apuntan a una respuesta que los docentes conocen donde todas las posibles preguntas y respuestas se dominan, y esto se debe a que la parte experimental que se ha trabajado hasta el momento se basa un seguir una receta donde los resultados normalmente van hacer siempre los mismos, mutilando todas las demás preguntas que pueden surgir a partir de un proceso experimental, ya que las posibles preguntas que se generan están ya programadas por el profesor, por eso se habla de una zona de confort ya que después de varios años de hacer lo mismo se convierte en una rutina de fácil acceso.

Con la implementación de esta estrategia metodológica se pretende ir mucho más allá, ya que aunque no podemos desconocer las fortalezas de la experimentación debemos crear en nuestros alumnos la posibilidad de generar preguntas que nosotros como docentes no conocemos y que al enfrentar una investigación de forma mutua (estudiante-docente), se estará en una posición donde no habrá tranquilidad o zona de confort para el profesor ya que las posibles respuestas no están preparadas y que se puede abrir un mundo de preguntas a partir de un proceso de investigación.

Sin embargo, esa relativa facilidad para trasformar los trabajos prácticos sigue escondiendo, en nuestra opinión, una visión reduccionista de la actividad científica, que asocia prioritariamente investigación a trabajo experimental, y que ha actuado como obstáculo en la renovación de otros aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. El anterior aporte se tomó de forma literal (Gil, 1999).

Como plantea la anterior referencia la prioridad de nosotros como maestros es convertir un problema en algo simple para responder y aplicar por parte de los estudiantes, pero se nos ha olvidado que realmente un problema es cuando un estudiante se desestabiliza y comienza a preguntarse como poder dar una posible solución, cuando se plantean prácticas de laboratorio donde los estudiantes deben plantear sus hipótesis, tenemos varios recursos a la mano ya que por experiencia podemos dejar que los estudiantes lleguen hasta ciertos límites, en la investigación no existen tales límites, es por eso que se debe pensar en algo diferente como la investigación científica escolar.

En el documento de (Gil, 1999), plantean unos pasos o indicaciones generales de un proceso de investigación que no necesariamente tiene las pasos en un orden específico.

- Discutir cuál puede ser el interés de la situación problemática abordada. Para el inicio de un proceso de investigación no es necesario que el planteamiento del problema sea de gran nivel sino más bien preguntas cuales son los intereses en el momento de realizar una pregunta de investigación.

- Realizar un estudio cualitativo de la situación. Plantearse como grupo de investigación cuales pueden llegar a ser los alcances iniciales de esa problemática planteada y poder evaluar si es factible (viable) la realización de un proceso de investigación.

- Emitir hipótesis fundadas sobre los factores de los que puede depender la magnitud buscada. Este paso no lleva a plantear con nuestros estudiantes la posibilidad de crear posibles resultados, los cuales podremos confrontar al finalizar la actividad de investigación.

- Elaborar y explicitar posibles estrategias de resolución. Este es uno de los momentos de mayor relevancia ya que se está planteando las posibles formas de resolver la o las preguntas planteadas inicialmente, a esto se le puede llamar también diseño experimental, acá se fomenta al igual que en otras etapas, pero con mayor intensidad, en la creatividad y la innovación pretendiendo encontrar

una estrategia para poder buscar una solución.

- Realizar la resolución verbalizando al máximo. Etapa donde se realiza captura de datos, basándose en un método creado anteriormente, el cual está sometido a posibles cambios.

- Analizar cuidadosamente los resultados a la luz del cuerpo de conocimientos y de las hipótesis elaboradas. Parte de la investigación donde esa parte de creatividad se resume en la confrontación de resultados y la elaboración de unas posibles respuestas basándose en los resultados y enfrentándolos a las hipótesis planteadas al inicio de la investigación.

- Considerar las perspectivas abiertas por la investigación realizada. En este caso se debe confrontar los resultados obtenidos con otros similares o que conlleven un patrón en una misma dirección, a partir de estos análisis se podrá tomar una posición en cuanto a los resultados de su propia investigación.

- Elaborar una memoria que explique el proceso de resolución y que destaque los aspectos de mayor interés en el tratamiento de la situación considerada. Como lo dice hay que presentar un informe que pueda servir como base de otras investigaciones que conlleven una línea de investigación similar.

MARCO CONCEPTUAL Y DISCIPLINAR

Fotosíntesis

Para la presentación de este trabajo es fundamental abarcar un poco todos los conceptos relacionados con la fotosíntesis, es un tema que año tras año se ha vuelto un mito por así decirlo tanto para los estudiantes como para los docentes que se enfrentan a este tema, en la gran mayoría de veces de forma memorística y de poca envergadura para los estudiantes ya que sus bases bioquímicas muchas veces se hace complejo de entender y mucho menos de convertirse en un proceso de enseñanza significativo. En esta parte abarcaremos lo conceptos teóricos y científicos acerca de este tema:

Conversión de la energía lumínica en energía química

La energía que llega del sol es aprovechada por uno de los mecanismos más importantes que la tierra, a este mecanismo se le llama fotosíntesis, este consiste en la trasformación de la energía lumínica proveniente del sol y trasformada en energía química almacenada en compuestos orgánicos como la glucosa la cual se almacena en diferentes partes de las plantas u organismos fotosintéticos. La ecuación generalizada para este proceso es:

$6CO_2 + 6H_2O$ -- $C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

Cloroplastos

En todos los organismos fotosintéticos pluricelulares eucariotas existen unas organelas llamadas cloroplastos las cuales están formadas por dos membranas similares a las mitocondriales. Al interior de existe un líquido espeso llamado estroma donde se encuentran iones y moléculas fundamentales para las dos etapas de la fotosíntesis llamadas fase lumínica y oscura, sumergido en el estroma se encuentra los tilacoides o membranas fusionados entre sí formando las granas, estas estructuras son las responsables de la transformación de la energía de la luz solar en moléculas muy simples como todos los carbohidratos.

Para la fotosíntesis existen pigmentos especializados en la captura de ciertas longitudes de ondas para poder activar los complejos fotosintéticos que se encuentran en las membranas de los tilacoides. En los organismos procariotas también existen mecanismos fotosintéticos permitiendo la fabricación de su propio alimento, en estos organismos que no poseen membranas formadas por lípidos, los pigmentos de encuentran adheridos a la membrana citoplasmáticas o en forma libre al interior del citoplasma.

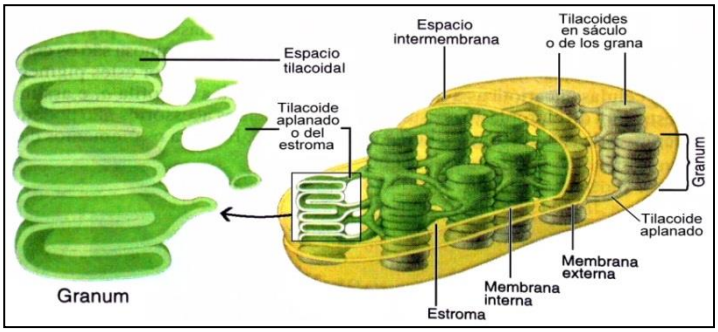


Imagen 1 Cloroplastos

Fuente: Martínez, Mariuska; Yepes, Regulo; Rodriguez, Valexa, 2010.

Etapas de la fotosíntesis

Fase lumínica

La fase lumínica es de suma importancia ya que aunque no se están produciendo moléculas orgánicas, si se están produciendo moléculas energéticas denominadas ATP, estas moléculas se fabrican cuando aumenta el gradiente de concentración de protones al interior del cloroplasto, estos protones entran al cloroplasto cuando se activan los fotosistemas mediados por la energía lumínica, inicia por el fotosistema II excitando electrones que a cumplen varias funciones, una de ellas es la formación del oxígeno y la activación del fotosistema I, el cual abre los canales de una proteína responsable del paso de átomos de hidrógeno al interior del cloroplasto.

Esto es lo que permite el aumento del gradiente de concentración y así por una proteína quinasa se fabrica el ATP a partir de la molécula de baja energía denominada ADP.

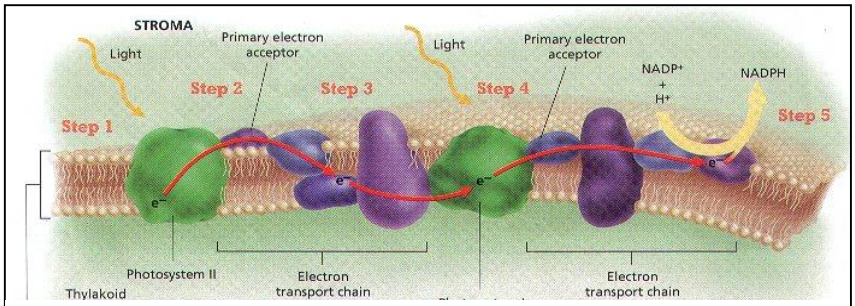


Imagen 2 Fase lumínica

Fuente: José Luís García, 2013.

Fase oscura o ciclo de Calvin

Después de la fase lumínica sigue la fase oscura, esta tiene como finalidad fabricar las moléculas energéticas como la glucosa. Este proceso inicia con la adquisición de una molécula de CO_2 por medio de los estomas, los estomas existe una molécula llamada rubisco (molécula más abundante de la tierra), esta se encarga de capturar el CO_2 que ingresa a los cloroplastos y permitir que se trasforme después de varios ciclos en moléculas orgánicas de gran importancia a nivel biológico. El ATP formado en la fase lumínica es utilizado en la transformación de moléculas simples a complejas dentro de las membranas de los tilacoides.

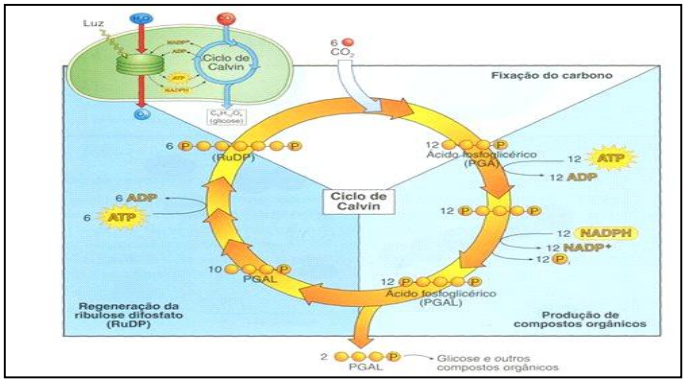


Imagen 3 Fase oscura

Fuente: Grupo Virtuous, 2008-2014.

Productos de la fotosíntesis

A partir de una molécula simple de carbono se forma una mucho más compleja y además de una importancia vital y fundamental para la vida en el planeta tierra, ya que la molécula que se forma en el ciclo de Calvin se llama gliceraldehído 3 fosfato y está a la vez es precursora de otras moléculas mucho más complejas a nivel orgánico como azúcares, lípidos y proteínas. Esta molécula de tres carbonos (gliceraldehido), también permite que el ciclo de Calvin continúe como ciclo y así poder generar otras moléculas.

El resultado del ciclo de Calvin como ya lo mencioné es la formación de una molécula de tres carbonos llamada gliceraldehido, esta molécula tiene en los seres vivos muchas rutas metabólicas diferentes que permiten la formación de un sin número de estructuras químicas a nivel fisiológico o estructural, en general la moléculas más simple que se puede formar es la glucosa o la fructosa, dependiendo de las actividades y requerimientos de la célula. Cada célula dependiendo del organismo en que se encuentre tendrá una necesidad diferente por ejemplo las células vegetales deben transformar las moléculas simples de glucosa y fructosa y convertirlas en celulosa necesaria para las paredes celulares y otras funciones, en los animales por ejemplo las células pueden hacer un proceso anabólico como la producción de moléculas más complejas como proteínas o lípidos o un proceso catabólico en la formación de moléculas energéticas como el ATP necesario para fisiología celular. (Mader, 2007).

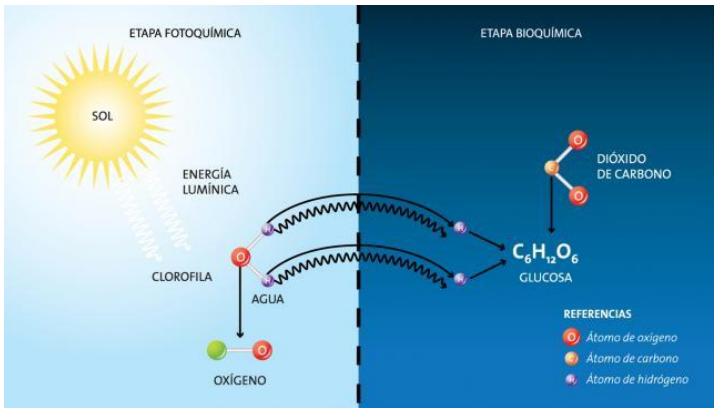


Imagen 4 Producto de la fotosíntesis

Fuente: educ.ar, 2014

MARCO LEGAL

En la guía número 7 de Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales que plantea el ministerio de educación en ciencias naturales se debe:

Establecer lo que nuestros niños, niñas y jóvenes deben saber y saber hacer en la escuela y entender el aporte de las ciencias naturales a la comprensión del mundo donde vivimos. Por eso buscan que, paulatinamente (Nacional, 2004).

- Comprendan los conocimientos y métodos que usan los científicos naturales para buscar conocimientos y los compromisos que adquieren al hacerlo.

- Para los dos últimos grados en ciencias naturales, referente a la experimentación e investigación apunta a los siguientes puntos:

- Relaciono la información recopilada con los datos de mis experimentos y simulaciones.

- Interpreto los resultados teniendo en cuenta el orden de magnitud del error experimental.

- Saco conclusiones de los experimentos que realizo, aunque no obtenga los resultados esperados.

- Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas.

- Propongo y sustento respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otros y con las de teorías científicas.

- Relaciono mis conclusiones con las presentadas por otros autores y formulo nuevas preguntas.

La siguiente información se extrae de forma literal, de la serie de lineamientos curriculares Ministerio de Educación Nacional

Logros e indicadores de logros curriculares para el área de ciencias naturales y educación ambiental

En el proceso de formación científica básica

Capacidad investigativa: Sabremos que el estudiante ha desarrollado su capacidad investigativa cuando es capaz de plantear preguntas y transformarlas en problemas científicos; y además, de asombrarse y obviamente de aventurar e imaginar respuestas mediante hipótesis sustentadas, diseñar y montar experimentos, realizar control experimental, confirmar sus teorías, falsearlas, construir otras nuevas o modificar las que ya posee y confrontarlas con las teorías científicas actuales. Implica también el expresarse coherentemente en un buen castellano haciendo uso de herramientas comunicativas de orden científico Ministerio de Educación Nacional (1998).

Indicadores de logros curriculares para los grados décimo y undécimo de la educación media (resolución 2343/96, artículo 11) (Nacional., 1998)

- Plantea preguntas de carácter científico, ambiental y tecnológico bien fundamentadas, orientadas a buscar la interrelación de los fenómenos a la luz de diversas teorías.

- Hace descripciones dentro del contexto de un problema científico, ambiental o tecnológico, utilizando instrumentos teóricos y prácticos y modelos matemáticos idóneos para el caso estudiado.

- Hace preguntas y elabora proposiciones hipotético-deductivas en número considerable y contenido relevante, desde la perspectiva de una teoría explicativa formalizada, mediante la cual establece posibles relaciones de tipo cualitativo o cuantitativo.

- Se documenta para responder preguntas y formular otras, orientadas por el

análisis teórico y el objetivo de relacionar las teorías en las diferentes áreas del conocimiento.

- Formula hipótesis provenientes de la práctica de extraer conclusiones o deducciones, las asume como hipótesis predictivas a contrastar, utilizando medidas complejas.

- Diseña experimentos, previendo en su diseño mecanismos de control experimental para poner a prueba las hipótesis que se derivan de las teorías científicas o de los sistemas formalizados; muestra las competencias necesarias para la realización de los experimentos.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Diseñar una propuesta de enseñanza, basada en una metodología de investigación científica escolar, que permita generar un aprendizaje significativo en relación con la fotosíntesis, en estudiantes del grado 10° del Colegio Alemán.

Objetivos específicos:

_ Ofrecer las bases metodológicas (teóricas y experimentales del proceso de la fotosíntesis) que involucren al estudiante en una metodología de investigación científica escolar.

_ Lograr que el estudiante diseñe un protocolo de investigación científica escolar que se deriven del trabajo de indagación y experimentación realizado por los estudiantes, alrededor del tema “la fotosíntesis”.

_ Potenciar el desarrollo de habilidades específicas para la investigación científica escolar, a partir de estrategias del aula acordes con esta metodología, llevándolos a un aprendizaje significativo.

METODOLOGÍA

Se pretende aplicar con los estudiantes del colegio Alemán la implementación de una estrategia metodológica basada en (Ibarguen, 2013), la cual se resume en Comprender, Interpretar, Cuestionar, Explicar o argumentar y Relacionar.

Plantea la implementación de una estrategía de investigación de carácter científico escolar para afrontar un tema de Ciencias Naturales de alta complejidad a nivel conceptual para los estudiantes de bachillerato, en este caso la fotosíntesis.

Para la implementar este método el colegio Alemán cuenta con una infraestructura dentro del aula de clase, que permite el desarrollo de una estrategia de investigación científica escolar.

Esta metodología pretende con cada estudiante además de indentificar, interpretar, modificar lo aprendido, poder generar en un momento determinado una investigación cuantitativa que permita responder una pregunta de carater cientifico a nivel escolar.

El tipo de monografía que se desea elaborar es monografía estudio o análisis de caso, esto se debe a que basado en la experiencia como docente se tomarán otros trabajos de investigación al interior del aula de clase similares y a partir de un trabajo experimental en el laboratorio plantear nuevas estrategias para iniciar un roceso de investigacion cientíica escolar.

Proceso de investigación científica escolar.

Esta propuesta metodológica basada en el concepto de fotosíntesis se implementó en los estudiantes del colegio Alemán de Medellín durante el primer periodo académico del año 2015, este periodo académico abarca diez semanas, en donde la asignatura de Biología tiene según planeación curricular cuatro horas semanales.

Antes de iniciar con todo el proceso de implementar esta propuesta metodológica, se desarrolla una prueba escrita con once preguntas para medir los conceptos previos de los estudiantes frente al fenómeno de la fotosíntesis.

Los estudiantes traen unos conceptos de experimentación, tales conceptos los pueden confundir con la investigación, tendrán la oportunidad de diferenciar cada concepto. Primero debemos iniciar diferenciando los diferentes pasos que en teoría debe llevar una investigación, se debe aclarar que los siguientes pasos no son una camisa de fuerza y que cada uno de ellos no van en una solo dirección, esto significa un cambio de estructura a nivel conceptual ya que hasta hace pocos años el método científico era unidireccional, en la siguiente imagen podemos observar la propuesta que tengo para trabajar la investigación científica escolar.

Imagen 5 Proceso de investigación escolar

Fuente: Estudiantes como científicos (Pelligrine, 2003)

Como se ve en este proceso se sugiere iniciar con la observación de un fenómeno, por tal motivo se realizará un trabajo experimental de conocimientos previos como ya se mencionó, en este paso los estudiantes entrarán a confrontar las generalidades de la fotosíntesis, permitiendo así generar o plantear una pregunta de investigación, el profesor los guiará para poder elaborar una pregunta que realmente se pueda denominar de investigación.

Esta pregunta no se deberá responder con un sí o un no, además debe tener algunos criterios como: ser específica y no abarcar muchos interrogantes (se sugiere solo uno), deberá tener las variables (variable dependiente e independiente) que se quieren medir y poder cuantificarlas, y por último tener la posibilidad de ser viable en un tiempo determinado ya que cuando hablamos de una investigación científica escolar estamos supeditados a un determinado tiempo según la malla curricular de la institución, en este caso el Colegio Alemán de Medellín.

El siguiente paso dentro de este proceso de investigación tenemos la elaboración de las hipótesis y los objetivos, para esto el profesor les explicara con ejemplos ya realizados en la institución sobre como diseñar una hipótesis.

En el Colegio Alemán algunos estudiantes de forma voluntaria han participado desde el 2008 en las diferentes ferias de las Ciencias del Parque Explora, siempre con muy buenos resultados como representar al país en eventos internacionales de carácter investigativo, uno de esos estudiantes les explicará cómo construyo sus hipótesis y como después de diseñar y comprobar una metodología pudo afirmar o negar sus hipótesis iniciales, el profesor les explicará que las hipótesis van de la mano con la pregunta de investigación además de los objetivos específicos que se deberán elaborar por parte de ellos.

Una de las partes más importantes (aunque en investigación todo es fundamental) es la elaboración y desarrollo de una metodología la cuál le permita al estudiante poder comprobar la hipótesis planteada inicialmente, para este fin se realizó al comienzo de este proceso un acercamiento con los diferentes implementos y reactivos que en general se pueden utilizar en las diferentes prácticas de laboratorio relacionadas con la fotosíntesis.

El profesor será base fundamental para servir como apoyo en el montaje de este diseño ya que muchos los equipos posiblemente no los han utilizado antes, para esto se le dedicará un tiempo razonable para mostrarles el manejo, cuidado, medición e interpretación de algunos instrumentos como sensores de pH, CO_2, O_2 y ondas lumínicas

entre otros. Después de montar el diseño metodológico los investigadores deberán empezar a recopilar sus datos e interpretarlos ya sea en tablas, gráficas, imágenes y fotografías donde estén incluidas las variables mencionadas anteriormente posibilitando cuantificarlas, para después llevarlos a la construcción de los análisis de los resultados y sus conclusiones.

Esto posibilita la confrontación de los resultados con el planteamiento de la o las hipótesis generadas inicialmente, para poder llegar a afirmar o a negar estos planteamientos. Las dos últimas dos horas de clase se utilizarán para la divulgación de los resultados y conclusiones de cada investigación, estos resultados se harán en presencia de los demás estudiantes del curso.

Como último proceso de evaluación para esta estrategia se hará una prueba final para medir los conceptos adquiridos durante el proceso, las preguntas que se construirán serán paralelas con la prueba de conceptos previos, pero su diferencia se basará en la profundidad conceptual de cada pregunta.

Evaluación y evidencias de la investigación científica escolar como proceso de aprendizaje significativo

El profesor evaluará constantemente cada paso del método científico llevado por los estudiantes. Se definirá en un cronograma el tiempo requerido para llevar a cabo este proceso de investigación escolar, en total son cuarenta horas de trabajo que para la planeación en el Colegio Alemán son diez semanas de planeación curricular propuestas para este tema, este tiempo abarca sólo el trabajo de la propuesta del proyecto de los estudiantes, el resto del tiempo lo toma el profesor para las clases de trabajo conceptual sobre fotosíntesis y el trabajo experimental.

Cada ítem del proceso de investigación se evaluará con los estudiantes para determinar el nivel de asertividad de los pasos planteados y elaborados por ellos, siempre habrá la posibilidad de replantear cada paso del método (como se plantea actualmente, investigación sin rigurosidad en los pasos del método científico), esto no quiere decir que no se le dará importancia a este proceso, sino más bien darles la

posibilidad de equivocarse y replantear ese paso de nuevo.

En cada paso llevado por los estudiantes el profesor tomará evidencias del trabajo, recogiendo los planteamientos construidos por los grupos de estudiantes en cada etapa y al final cada grupo de estudiantes entregarán el proyecto de investigación científica escolar.

RESULTADOS

Prueba diagnóstica sobre fotosíntesis

Se realizó una prueba de saberes previos donde los estudiantes se enfrentarían a once preguntas elaboradas previamente por el docente, estas preguntas tienen un nivel de profundización básico las cuáles apuntan a los estándares curriculares del ministerio de educación nacional, en estas preguntas se parte del imaginario de que los estudiantes ya vienen con unos saberes previos de la básica primaria, donde el objetivo, más que profundizar en conceptos de fotosíntesis se basa en las partes de la plantas y sus funciones como ser vivo, en donde su principal función es fabricar alimento no sólo para sus necesidades fisiológicas sino también para los organismo heterótrofos.

La prueba de saberes previos se realizó el 5 de febrero del 2015 en las aulas del colegio Alemán, la prueba tuvo una duración de 45 minutos. El último tema trabajado el año anterior estaba basado en las características de las plantas a nivel taxonómico y estructural, por lo tanto los estudiantes ya tenían por lo menos algunas palabras muy familiarizadas.

Los estudiantes estuvieron en la sala de informática cada uno con un computador, debían bajar un documento en word el cual tenía las preguntas previamente elaboradas, los estudiantes respondieron el documento completamente de forma individual, honesta y sin buscar ninguna ayuda ya sea por internet o a compañeros de clase, el profesor responsable los acompaño durante este proceso verificando el cumplimiento de lo descrito anteriormente. Después de terminar el documento lo enviaban al correo institucional del docente que realizó la prueba.

En esta prueba se les indagó a los alumnos por medio de preguntas abiertas los conceptos básicos de la fotosíntesis, también hubo preguntas tipo selección múltiple con única respuesta. El test de conocimientos básicos en fotosíntesis está en el anexo número 1.

Después de la prueba diagnóstica se aplicó una estrategia de enseñanza basada en una metodología de investigación científica escolar, logrando un aprendizaje significativo del proceso, para llegar a la prueba final de conocimientos en fotosíntesis.

Prueba final de conocimientos en fotosíntesis

El primero de mayo del 2015 los estudiantes fueron evaluados de la misma forma que evaluó los saberes previos, cada estudiante respondió un test de 11 preguntas donde cada pregunta era muy similar a la pregunta de saberes previos pero con la gran diferencia que fue elaborada o construida con un mayor nivel de dificultad y así comparar si realmente hubo un aprendizaje significativo en el tema de fotosíntesis. El test de conocimientos finales de fotosíntesis está en el anexo número 2.

Resultados de la prueba de diagnóstico sobre fotosíntesis

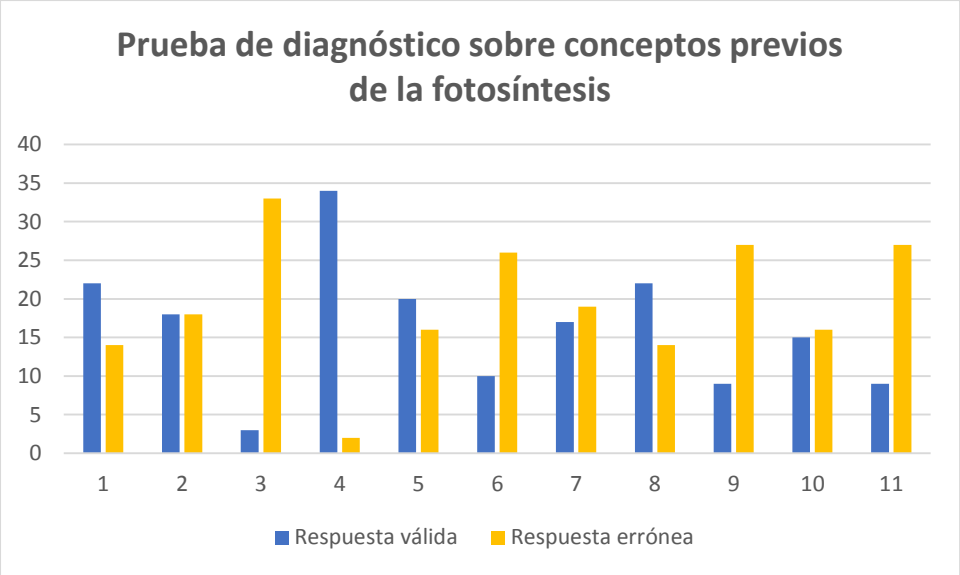
Tabla número 1

Prueba de diagnóstico sobre conceptos previos sobre la fotosíntesis

Número de la pregunta	Respuesta acertada	Respuesta errónea
1	22	14
2	18	18
3	3	33
4	34	2
5	20	16
6	10	26
7	17	19
8	22	14
9	9	27
10	15	16
11	9	27

Gráfica número 1

Prueba de diagnóstico sobre conceptos previos de la fotosíntesis



Resultados de la prueba final sobre fotosíntesis

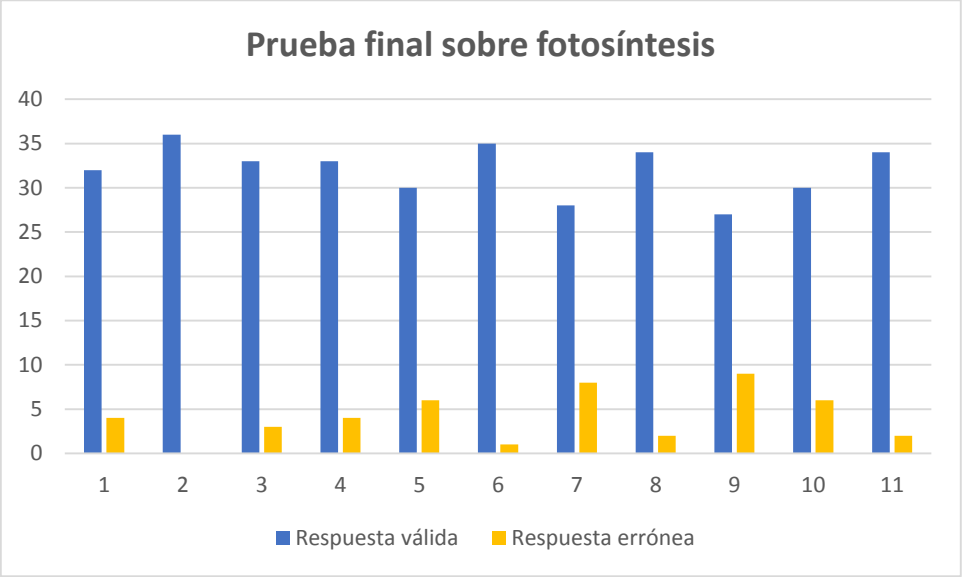
Tabla número 2

Prueba final sobre conceptos de fotosíntesis

Número de la pregunta	Respuesta acertada	Respuesta errónea
1	32	4
2	36	0
3	33	3
4	33	4
5	30	6
6	35	1
7	28	8
8	34	2
9	27	9
10	30	6
11	34	2

Gráfica número 2

Prueba final sobre conceptos de fotosíntesis



Análisis estadístico de las pruebas escritas realizadas con los estudiantes del colegio Alemán

Se escogió la prueba t de student debido a que las muestras tomadas no son independientes ya que la segunda prueba determina un proceso el cual se evalúa comparándolo con la toma de una primera prueba. Inicialmente se construye una tabla con el número de la pregunta y con las respuestas válidas, tanto la prueba de diagnóstica como la prueba de conceptos finales.

Tabla de respuestas acertadas tanto de diagnóstico como de los conceptos finales

Número de la pregunta	Respuesta acertada prueba de diagnóstico	Respuesta acertada prueba final
1	22	32
2	18	36
3	3	33
4	34	33
5	20	30
6	10	35
7	17	28
8	22	34
9	9	27
10	15	30
11	9	34

Los datos provienen de una distribución normal ya que la variable inicial “prueba de diagnóstico” como la variable final “prueba de conceptos finales” mostraron una normalidad mayor a 0.05, esto significa que se puede aplicar una prueba paramétrica que en este caso es la prueba t de student.

Después de verificar el supuesto de normalidad en donde los datos provienen de una distribución normal se inició la elaboración de la hipótesis nula y de la alterna, las cuales se elaboraron de la siguiente forma:

Hipótesis nula: No hay diferencia significativa en los estudiantes del grado décimo del colegio Alemán antes y después de desarrollar una estrategia de enseñanza basada en una metodología de investigación científica escolar, para lograr un aprendizaje significativo del proceso de fotosíntesis.

Hipótesis alterna: Si hay diferencia significativa en los estudiantes del grado décimo del colegio Alemán antes y después de desarrollar una estrategia de enseñanza basada en una metodología de investigación científica escolar, para lograr un aprendizaje significativo del proceso de fotosíntesis.

Prueba t para determinar si la comparación de los datos que muestran la relación de la prueba de conceptos iniciales y la relación de conceptos finales son significativos

	Variable 1	*Variable 2*
Media	16,2727273	32
Varianza	72,0181818	8,4
Observaciones	11	11
Coeficiente de correlación de Pearson	0,07318327	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	10	
Estadístico t	-5,95138092	
P(T<=t) una cola	7,049E-05	
Valor crítico de t (una cola)	1,81246112	
P(T<=t) dos colas	0,00014098	
Valor crítico de t (dos colas)	2,22813885	

Después de hallar los resultados, se entra a analizar dos aspectos de gran importancia como lo son la media de las dos variables y la prueba de colas que mide el nivel de significancia, el cual debe ser menor a 0.05 para poder negar la hipótesis nula.

Como el valor de P es menor 0.05 se rechaza la hipótesis nula, lo que permite concluir que hay un alto nivel de significancia en esta prueba, concluyendo que si hay diferencia significativa en los estudiantes del grado décimo del colegio Alemán antes y después de desarrollar una estrategia de enseñanza basada en una metodología de investigación científica escolar, para lograr un aprendizaje significativo del proceso de fotosíntesis.

De hecho la media de las preguntas afirmativas antes y después de la estrategia metodológica a los estudiantes de grado décimo del colegio Alemán fueron de 16,3 y 32 respectivamente, lo que confirma nuevamente lo significativo de esta estrategia.

Conclusión del análisis estadístico de la prueba practicada

La prueba t de student practicada a las evaluaciones que se le realizaron a los estudiantes antes y después de desarrollar el proyecto de investigación, demostró que

es significativo el diseño de la estrategia metodológica de investigación realizada a los estudiantes del colegio Alemán de Medellín en el tema de fotosíntesis.

Análisis de los trabajos de investigación realizados por los estudiantes

Para empezar a analizar los trabajos realizados por los estudiantes debemos tener presente ciertos criterios en el momento de iniciar un proceso de investigación, estos criterios están ampliamente justificados en el manual de ferias de ciencia y tecnología 2007-2010, San José de Costa Rica 2010, en este manual se plantean claramente cuáles son los pasos para presentar una investigación de carácter científica a nivel escolar, estos parámetros son específicos ya que cada uno de los pasos que se requieren para la construcción de un proceso investigativo tienen aspectos particulares. Los componentes para la elaboración de una investigación de carácter científico a nivel escolar son los siguientes.

- Selección del tema: en este paso es fundamental ya que el estudiante elige un tema de su experiencia personal en su vida escolar y social, este tema debe ser lo más concreto posible y debe estar limitado a los recursos disponibles en su ambiente escolar.

- Investigación del tema escogido: es importante que el estudiante profundice acerca de los trabajos o investigaciones que ya se han hecho frente al tema escogido, para eso es fundamental un repaso bibliográfico en internet y en otros tipos de publicaciones. A partir de esta búsqueda se podrá comenzar con la elaboración de la pregunta de investigación que también tiene unas bases en su formulación como la diferencia entre una pregunta de investigación y una pregunta simple, las cuales difieren en que la pregunta simple se puede responder con un sí o con un no, esto es fundamental a la hora de elaborar la pregunta de investigación, además de abordar ciertos conceptos como los de elaborar solo una variable de carácter dependiente, además se debe tener presente que la

pregunta de investigación debe ser lo más concreta y específica frente al tema seleccionado.

- En general después de elaborar una pregunta de investigación es fundamental crear uno o varios objetivos que apunten a la posible respuesta de la pregunta de investigación, estos objetivos están fundamentados en una hipótesis para poder determinar al finalizar el proceso de investigación si la pregunta de investigación tiene una respuesta afirmativa o no.

- Después de tener las bases anteriormente mencionadas se requiere de la elaboración de un diseño experimental para así poder responder la pregunta de investigación, este diseño es fundamental ya que en un proceso de investigación de carácter científico se requieren valores que se puedan cuantificar y eso fue lo que los estudiantes de grado 10 del colegio Alemán pretendían cuando elaboraron la pregunta y construyeron un diseño experimental propio para cada tema seleccionado. Este diseño tiene algunos aspectos que se deben tener presenta a lo hora de comenzar como los recursos disponibles para el montaje del diseño y el espacio que se tiene para esto.

- Los siguientes pasos son muy importantes ya que requieren de una toma de datos, un análisis de estos y la elaboración de unas conclusiones frente a la pregunta de investigación y los objetivos inicialmente planteados en este proceso.

- Todo lo anterior debe estar organizado en un cronograma planteado por el estudiante y corroborado por el asesor que en este caso es el docente.
- Un aspecto de carácter fundamental es la elaboración de las referencias que se van obteniendo en el transcurso de la investigación, ya que se necesitan las bases, procesos y resultados de trabajos similares al tema seleccionado por el estudiante.
- Para el análisis de los criterios de una investigación escolar se tomó como base cuatro proyectos de investigación elaborados por estudiantes del colegio, estos proyectos están al final de esta investigación en el anexo número 3.

Pregunta de investigación

Teniendo los conceptos básicos para la construcción de una investigación de carácter científico a nivel escolar, los estudiantes del grado décimo del colegio Alemán elaboraron la pregunta de investigación ya que el tema fue dado por el docente del área, que en este caso es la fotosíntesis.

Las siguientes preguntas de investigación son las preguntas que elaboraron los estudiantes, estas preguntas no han sido modificadas, son una copia exacta del trabajo investigación presentado por ellos durante el primer y parte del segundo periodo académico de la institución educativa, no tienen un orden ni de entrega y de resultado académico.

1- ¿Cómo afecta la temperatura de un bombillo antiguo, la producción de O_2 en la planta elodea?
2- ¿Cómo afecta la temperatura el crecimiento (biomasa) de la planta x?
3- ¿Cómo afectan los diferentes tipos de luz (solar, blanca, negra), la producción de O_2 en la Elodea?
4- ¿Cómo se ve afectada la producción de O_2 de la planta cuando se somete a diferentes tipos de agua con distinta concentración de CO_2?
5- ¿Cómo se ve afectado el consumo de dióxido de carbono (CO_2) en una orquídea tras ser estimulada con diferentes géneros de música?
6- ¿Cuál es la onda lumínica (azul, amarillo, rojo o verde) más efectiva en términos de producción de O_2 en la atmósfera de la planta Elodea?
7- ¿De qué manera afecta la cantidad de oxígeno en el agua, la producción de O_2 al finalizar el proceso de fotosíntesis?
8- ¿Qué efecto en la producción de oxígeno del proceso fotosintético, tiene someter una planta (Geranio) a diferentes temperaturas?
9- ¿Hasta qué punto pueden influenciar los diferentes géneros de música (Rock y música clásica) la producción de O_2 durante el proceso de la fotosíntesis en la planta?

10-¿Qué porcentaje en la producción de oxigeno (O_2) se ve afectado si se impermeabiliza el haz de una planta?

11-¿Qué tan eficientes son las plantas para descontaminar un ambiente saturado de CO_2?

12-¿Cómo se ve afectado el consumo de dióxido de carbono (CO_2) en una orquídea tras ser estimulada con diferentes géneros de música?

Observando detenidamente las preguntas se requiere de una evaluación de estas preguntas por parte del docente del área.

Se evalúa cada pregunta según los criterios que hay para poder determinar si una pregunta de este carácter está bien construida, y se le asigna una nota cuantitativa de 0 a 10. De las doce preguntas anteriormente descritas se tomaran cuatro preguntas las cuales según el criterio anteriormente descrito se definió cuatro características para evaluarlas las cuales son: con aspectos por mejorar, regular, buena y por último muy buena. Con estas cuatro preguntas el evaluador “docente” describirá paso a paso por qué se evalúa dentro de un criterio cada pregunta de investigación.

Pregunta con muchos aspectos por mejorar: ¿Cómo afecta la temperatura de un bombillo antiguo, la producción de O_2 en la planta elodea?

Esta pregunta tiene algunos aspectos por mejorar, ya que la variable independiente que en este caso es la temperatura no está definida en unos intervalos claros, además cuando se habla de bombillo antiguo a que se refiere, o que condiciones tiene ese tipo de luz, y por último frente a este mismo aspecto, al decir que es un bombillo antiguo tiene alguna relevancia frente a lo que se quiere, por ejemplo se podría aumentar la temperatura por otros medios. En cuanto a la variable dependiente no se aclara si la medición de la producción de O_2 es a nivel atmosférico o en solución.

Pregunta regular: ¿Qué tan eficientes son las plantas para descontaminar un ambiente saturado de CO_2?

Se evaluó esta pregunta de investigación como una regular ya que no están bien definidas las variables tanto dependientes como independientes, como variable independiente de esta pregunta podríamos tomar la saturación de CO_2 ya que es la variable que controla el investigador, esta variable no define que es una ambiente saturado, además una saturación de CO_2 podría llevar a la muerte a la planta. Frente a la variable dependiente, que es la variable a buscar o la variable que se desconoce sus resultados, en la pregunta no define el tipo o la especie de planta, y esto es muy importante ya que todas las plantas poseen unos límites de supervivencia en cuanto a los gases atmosféricos, por eso la eficiencia en la disminución de CO_2 está determinada por la especie de y las condiciones ambientales en la que se encuentra una planta determinada. Y en la pregunta de investigación no se aclara estos aspectos.

Pregunta buena: ¿Qué porcentaje en la producción de oxigeno (O_2) se ve afectado si se impermeabiliza el haz de una planta?

La pregunta es muy interesante ya los estudiantes saben que en el haz de las hojas es donde se realiza la primer parte de la fotosíntesis llamada fase lumínica, responsable de la producción de moléculas energéticas para la segunda fase la cual tiene como finalidad la producción de moléculas orgánicas, en esta parte de la hoja hay muy poca cantidad de estomas responsables del intercambio gaseoso y por ende la salida de O_2 como producto de la fase lumínica, por lo tanto como es una de las partes de la planta expuesta directamente a los rayos del sol no se encuentran muchos estomas para impedir la deshidratación de la planta, aunque se sabe que no solo en el envés de la planta hay estomas sino también en el haz y hasta en los tallos de muchas plantas. La dificultad que se presenta en esta pregunta es que no definieron la especie que serviría como objeto para el trabajo experimental.

Pregunta muy buena: ¿Qué efecto en la producción de oxígeno del proceso fotosintético, tiene someter una planta (Geranio) a diferentes temperaturas?

En esta pregunta de investigación las dos variables están claras, como por ejemplo la variable dependiente se entiende fácilmente en esta pregunta como la producción de oxígeno en el proceso fotosintético, la variable independiente define claramente el tipo de planta y el factor que se va a someter, para mejorar esta pregunta se debió mencionar el intervalo de temperatura a la cual se sometería la planta.

Hipótesis

El segundo aspecto que se evaluó en el proceso de investigación fue la elaboración de la o las hipótesis. En general las hipótesis se elaboraron de forma correcta y para este caso se mostrará un ejemplo en el cual se toma el trabajo de investigación donde se evaluó la pregunta de investigación como muy buena.

Pregunta: ¿Qué efecto en la producción de oxígeno del proceso fotosintético, tiene someter una planta (Geranio) a diferentes temperaturas?

Hipótesis: A mayor temperatura el proceso de la Fotosíntesis podría ser mejor ya que habría una producción más alta de O_2. Como se puede observar no necesariamente al elaborar una pregunta de investigación muy buena se elabora una hipótesis de la misma manera. Esta hipótesis en particular aunque está bien definida, posee un error y es que no aclara lo que significa temperatura alta y sobre todo para esta especie, ya que todas las plantas tienen un intervalo donde su proceso de fotosíntesis se disminuye a se acelera dependiendo de muchos factores que en este caso es la temperatura.

Se toma la pregunta que fue evaluada con un criterio más bajo que las demás preguntas para observar cómo los estudiantes construyeron la hipótesis.

Pregunta: ¿Cómo afecta la temperatura de un bombillo antiguo, la producción de O_2 en la planta elodea?

Hipótesis: La planta que se encuentra expuesta al calor del bombillo, producirá una mayor cantidad de O_2.. Esta hipótesis no está relacionada directamente con la pregunta de investigación ya que ni en la pregunta ni en la hipótesis se encuentra una comparación de plantas tratadas con y sin la presencia de calor producido por la bombilla antigua.

Por último se analiza la hipótesis que describe la pregunta evaluada como regular.

Pregunta: ¿Qué tan eficientes son las plantas para descontaminar un ambiente saturado de CO_2?

Hipótesis: La planta al pasar el tiempo lograra reducir notablemente el nivel de contaminación en una biocámara saturada con CO_2. Aunque la pregunta se evaluó como regular se puede observar que la hipótesis está bien argumentada aunque no determina ni el tiempo ni el tipo de planta, es importante anotar que no se aclara que significa una biocámara satura de CO_2.

Diseño experimental

El tercer aspecto que se tiene para evaluar los trabajos de investigación es el montaje y desarrollo del diseño metodológico de cada trabajo. Para este criterio donde la creatividad de los estudiantes es lo más importante, se tuvo presente como ejemplo varios diseños experimentales sobre fotosíntesis en donde se les presentó las diferentes posibilidades que hay a la hora de realizar y determinar los procesos como producción de oxígeno, consumo de CO_2, medición de biomasa, entre otros. Después de esto cada estudiante según la elaboración de la pregunta de investigación debió diseñar un método para poder responder su pregunta de investigación. Se selecciona dos diseños experimentales al azar de los diferentes trabajos presentados por los estudiantes y se hace una evaluación de cada uno.

Primer diseño del trabajo experimental con el siguiente título o pregunta de investigación

¿Cómo se ve afectado el consumo de dióxido de carbono (CO_2) en una orquídea tras ser estimulada con diferentes géneros de música?

Estos dos diseños son tomados directamente de los trabajos de investigación de los estudiantes sin ninguna modificación.

Diseño metodológico

Lo primero fue crear un sistema cerrado con luz para que la planta pudiera continuar haciendo fotosíntesis mientras nosotros teníamos todos los factores controlados y así disminuir la margen de error. Tras lograr esto vamos a meter la planta durante 8 horas en esta caja a prueba de sonido con un parlante adentro y la música respectiva cuando el tiempo pase guardaremos los datos para compararlos.

Vale la pena mencionar que la planta se va a ver sometida a este procedimiento tres veces: una vez sin música para tener unos datos base, la segunda vez con música pesada (metal), y la tercera con música clásica. Finalmente tomamos los datos recogidos y los comparamos entre ellos para definir si el consumo de CO_2 y por su extensión el proceso de fotosíntesis aumento o disminuyó.

Este es un diseño metodológico el cual pretende responder la pregunta de investigación, como se puede observar no es claro cuando plantea la idea de tener todos los factores externos controlados, además no explican cuáles son esos factores, por lo tanto es difícil determinar si realmente el margen de error disminuye, es importante anotar que este diseño si aclara los procedimientos a realizar y con qué variable lo hacen, un aspecto de gran importancia es que faltó ser mucho más amplio en los pasos a realizar en este diseño.

Segundo diseño metodológico del trabajo experimental con el siguiente título o pregunta de investigación

¿Hasta qué punto pueden influenciar los diferentes géneros de música (Rock y música clásica) la producción de O_2 durante el proceso de la fotosíntesis en la planta?

Diseño metodológico

Luego de formular la pregunta de investigación decidimos medir la producción de O_2 en las plantas y para ello utilizamos una caja de cartón rodeada interiormente con icopor para que la caja fuera a prueba de sonido. Luego de escoger la Orquídea se introdujo en una jeringa, la cual estaba sellada por el orificio más pequeño y por el otro orificio se introdujo el medidor de O_2, en la misma caja se encontraba el parlante que reproducía la música, el Labquest, el cual estaba destinado para medir los datos de la planta y el medidor de luz, para proporcionar la luz necesaria para que se diera este proceso pero que no produjera calor.

Cuando se empezó el experimento, se reprodujo durante dos horas seguidas el género Rock, la planta contaba igualmente con la suficiente cantidad de agua y de luz para poder realizar la fotosíntesis y finalmente poder obtener los resultados y al pasar las dos horas se reprodujo instantáneamente la música clásica. El Labquest estaba programado para obtener datos cada hora durante 5 horas. Pasadas las cinco horas paramos la música y se apagó el bombillo y revisamos los resultados obtenidos por el Labquest.

Cuando se entra a analizar este segundo diseño se puede observar que aunque es un diseño similar ya que proviene una pregunta similar, inmediatamente se puede observar la gran diferencia en la construcción de esta metodología ya que a diferencia del anterior si hay una explicación un poco más minuciosa.

Análisis de los resultados y conclusiones

Un cuarto aspecto que se entró a evaluar es el análisis de los resultados y las conclusiones, para este aspecto se tomarán los dos procesos de investigación anteriores, los cuales nos permiten comparar resultados y conclusiones aun cuando las pregunta de investigación sean muy diferentes.

Primer análisis y resultados de respuestas y conclusiones con el siguiente título o pregunta de investigación.

¿Cómo se ve afectada la producción de O_2 de la planta cuando se somete a diferentes tipos de agua con distinta concentración de CO_2?

Estos análisis y conclusiones son tomados directamente de los trabajos de investigación de los estudiantes sin ninguna modificación.

Análisis de resultados

Agua mineral:

El nivel de CO_2 empieza en 954ppm. A medida de que el tiempo pasa se puede notar que los niveles de CO_2 en la sustancia decrecen. Esta disminución se da directamente proporcional a la producción de oxígeno.

Agua con efervescente:

El efervescente aplicado en el agua se puede ver disuelto rápidamente en este medio, ya que los niveles iniciales de CO_2 son aproximadamente de 10000ppm y en cuestión de minutos llega a estar aproximadamente en 4000ppm (en 30 minutos aprox). La producción de oxígeno es continua, empezando la producción de O_2 con un 12,20%, hasta el transcurso de una hora, en ese momento baja drásticamente y luego vuelve a incrementar.

Agua con gas:

El CO_2 se encuentra a 2000ppm al comienzo. Su concentración disminuye de una manera en la cual la planta soportaría para poder producir una cantidad de O_2 que se vea relacionada a la cantidad de CO_2 que utiliza la planta. Mientras que el nivel de CO_2 decrece, la producción de O_2 incrementa sin ninguna excepción.

Conclusiones del trabajo anterior

Como se pensó al iniciar el experimento, la producción de O_2 y la absorción de CO_2 fueron constantes, además el cambio cada 5 minutos de los intervalos fue muy pequeño. A diferencia del agua con gas que como se pensó en un principio se

produciría más cantidad de O_2 ya que la absorción CO_2 fue directamente proporcional, es decir a mas CO_2 absorbido mayor cantidad de O_2 producida. Con el efervescente hubo un cambio muy drástico en la cantidad de CO_2 en los primeros 15 minutos, porque el efervescente se disolvió rápidamente y proporciono grandes cantidades de CO_2 al principio. Como lo habíamos planteado antes de haber hecho el experimento, la cantidad de O_2 fue mayor con el efervescente por su cantidad de CO_2.

Análisis de los resultados anteriores, inicialmente los análisis no son muy coherentes ya que no suministran información para poder entender los resultados, pero si se puede deducir que los resultados responden la pregunta de investigación ya que la producción de O_2 si se ve afectada y como lo explican esta producción aumenta en todos los casos con respecto al inicio de cada proceso. En cuanto a la conclusión tampoco es clara ya que es como una ampliación de los análisis de los resultados, lo que puede deducir es que si hubo un ingreso de CO2 y una salida de O2 de forma constante, como inicialmente lo habían supuesto.

Segundo análisis y resultados de respuestas y conclusiones con el siguiente título o pregunta de investigación

¿Hasta qué punto pueden influenciar los diferentes géneros de música (Rock y música clásica) la producción de O_2 durante el proceso de la fotosíntesis en la planta?

Análisis de resultados de la investigación anterior Mirando los resultados otorgados por el labquest, en nuestro experimento la planta produjo más cantidad de O_2 mientras se le era reproducida la música rock. En promedio la planta produjo con el Rock 14,75ppm de oxígeno, empezando con una producción de 13,99ppm y finalizando a los 150 minutos con una producción de 14,09ppm, mientras se le era reproducido rock la planta producía cada vez más O_2 hasta los 120 minutos que ahí fue cuando empezó a disminuir su producción, en cambio con la música clásica la producción de O_2 fue muy constante pero a la vez disminuyendo la cantidad de O_2 producido, la producción se mantenía entre 14,88ppm y 14.39ppm. En promedio se

produjo 14,69ppm de oxígeno lo que es un resultado muy similar a la producción de O_2 con rock.

Conclusiones del trabajo anterior. Después de analizar los resultados pudimos ver que mientras que se reproducía la música rock la planta produjo mas O_2, mientras que con la música clásica la planta produjo menos O_2. Este resultado se puede relacionar con la forma en que la música rock puede acelerar el metabolismo de los seres vivos, esto lo podemos ver de igual forma en los seres humanos a conducir automóvil, cuando una persona está conduciendo y está escuchando música rock sus sentidos están más alertas y su velocidad puede ser más rápida, cuando esta persona escucha otro tipo de música su metabolismo puede ser más lento. De esta misma forma concluimos que puede trabajar también el metabolismo de la planta y por esto obtuvimos estos resultados. A pesar de no tener el mismo sistema metabólico son seres vivos y pueden reaccionar de una forma similar.

El análisis de los resultados del trabajo anterior nos permite definir que no hubo una diferencia representativa entre una producción de oxígeno en una planta tratada con música clásica y otra con música rock, este argumento es válido como resultado. Pero no es claro cuando tratan de explicar la producción de oxígeno tanto de planta tratada con la música rock como la planta tratada con música clásica.

Para el análisis de las conclusiones los estudiantes se basan en que la planta tratada con música rock produce más O_2 comparada con la planta tratada con música clásica, acá hay una contradicción ya que en el análisis de los resultados mencionan que no hay una diferencia significativa entre los dos tratamientos, además cuando argumentan la conclusión dan un ejemplo comparando la fotosíntesis con un aspecto meramente cultural o actitudinal en un ser humano, para tal comparación no mencionan una trabajo de orden científico que permita hacer esta similitud.

Conclusiones del análisis de todos los aspectos evaluativos que se tomaron en cuenta para la evaluación de cada proyecto de investigación.

Partiendo de los objetivos específicos se considera que se ha cumplido con estos, debido a que los estudiantes del colegio Alemán diseñaron una propuesta metodológica a partir de la investigación a nivel escolar, ya que desarrollaron todos los pasos de un proceso donde la exigencia a nivel científica es alta, los errores puntuales en los diferentes ítems de este proceso son desde un punto de vista escolar permitidos ya que el objetivo general es generar un conocimiento significativo con el tema de fotosíntesis.

Otro objetivo era involucrar al estudiante en todo un diseño metodológico donde su creatividad lo llevara a poder responder una pregunta de investigación basándose en los equipos e implementos con los cuales cuenta en colegio Alemán, este objetivo se cumplió ya que todos los estudiantes crearon un diseño que les permitió responder su pregunta y a la vez afirmar o negar su hipótesis, sin hablar de los diferentes problemas que enfrentaron sabiendo que este era su primer encuentro con una investigación de carácter científico.

CONCLUSIÓN

Se realizó una prueba de conceptos previos antes de la implementación de la propuesta de enseñanza basada en la investigación científica escolar, la cual se comparó con una prueba final después de la implementación de esta estrategia, al comparar estas dos pruebas y hacerle un análisis estadístico mostraron un aumento significativo en el número de respuestas acertadas en la prueba final, demostrando que la estrategia genera un aprendizaje significativo del proceso de fotosíntesis de alta complejidad para los estudiantes del bachillerato.

Se evidencia la interiorización del proceso de investigación científica la cual lleva a él estudiante a obtener un aprendizaje significativo con base en la experimentación dentro del laboratorio y por fuera de él.

Al analizar los resultados de la prueba estadística t de student y al examinar los procesos de investigación elaborados y diseñados por los estudiantes de grado décimo del colegio Alemán, se puede concluir que la estrategia utilizada logra el objetivo planteado en esta propuesta de enseñanza basada en una metodología de investigación científica escolar.

CRONOGRAMA

ACTIVIDADES	2014					2015				
	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO – JULIO
DISEÑO DE LA PROPUESTA										
Revisión del estado del arte.	■									
Organización de las fuentes primarias, secundarias y terciarias.	■	■								
Selección de información por objetivos específicos. Marco teórico, marco conceptual y disciplinar y marco legal.	■	■								
Selecciona el método o los procedimientos necesarios para realizar la investigación en profundización. Redactar a partir de citas, cuáles son las características teóricas de una investigación en profundización. Selección de instrumentos de recolección y análisis de información.			■							
Verificación del tema, objetivo General. Verificación de los objetivos específicos.			■	■						
Verificación del planteamiento del problema y realización de la Justificación.			■	■						
Verificación del marco de referencia y metodología.			■	■						
Elaboración de la portada y resumen.			■	■						
Elaboración de la introducción.				■	■					
Elaboración de tablas y contenidos.				■	■					
Verificación del cronograma.				■	■					
Referencias.	■	■	■	■	■					
Revisión de las normas APA y la entrega de la propuesta de trabajo.					■					
DESARROLLO DE LA PROPUESTA										
Prueba de diagnóstico.						■				
Clase magistral sobre fotosíntesis.						■				
Desarrollo de prácticas de laboratorio sobre fotosíntesis.						■				
Elaboración de la pregunta de investigación e hipótesis.							■			
Construcción del diseño metodológico.							■			
Obtención de resultados.								■		
Análisis de datos y conclusiones.								■		
Divulgación de resultados por parte de los estudiantes.								■		
Prueba final sobre fotosíntesis.									■	

Obtención de datos para el análisis de la estrategia metodológica por parte del profesor.										
Análisis y conclusiones de la prueba estadística y la estrategia metodológica por parte del profesor.										

REFERENCIAS

Adúriz-Bravo. (2003). La epistemología en la formación de los docentes de ciencias. *Educación y pedagogía, VXIII*(45), 27-35.

Gil, (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de practicas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias, 17*(2), 311-320.

González, . (2003). ¿A qué contenidos relacionados con la fotosíntesis dan más importancia los textos escolares de secundaria? *Enseñanza de las ciencias*, 77-88.

Grossman, P. (1990). *The making of teacher knowledge and teacher education, New York.* Teachers college, Columbia University.

Henao, S. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos comtemporáneos para la enseñanza de las ciencias experimentales. *Revista electrónica de enseñanza de ciencias., 7*(1).

Hodson, D. (1992): "In Search of a Meaningful Relationship: an Exploration of Some Issues Relating to Integration in Science and Science Education", en International Journal of Science Education, n.º 14, 5, pp. 541-566

Ibarguen, R. (2013). *Estrategia metodológica CICER propuesta para la enseñanza de las ciencias naturales.* Medellín.

Loughran, J. (2001). documenting science teacher´s pedagogical content knowledge throgh papers. *Research in Science Education*, 289-307.

Mader. (2007). *Biología.* México, D.F.: McGraw-Hill.

Nacional, M. d. (2004). Estandares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales. *Estandares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales*, 47-48.

Nacional., M. d. (1998). Lineamientos curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental. *Lineamientos curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental*, 28-29.

Ortega. (2007). *Modelos Didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales .* Manizales, Colombia: Latinoam.estud.educ.

Osborne R., F. P. (1995). *Influencia de las ideas previas de los alumno.* Ediciones Narcea.

Pelligrine., O. K. (2003). *Estudiantes como científicos; cuaderno del participante.* Costa Rica.

Test, D. W. (1980). Photosynthesis: teaching a complex sciencie concept to juvenile delinquents. *Science Education., 64*, 129-139.

[Imagen 6. Cloroplastos] Imagen recuperada de http://www.blogger.com/profile/11687271196622063038

[Imagen 7. Fase lumínica] Imagen recuperada de http://cienciasdejoseleg.blogspot.com/2013/08/reacciones-de-la-luz-o-fase-luminica-de.html

[Imagen 8. Fase oscura] Imagen recuperada de http://www.sobiologia.com.br/conteudos/bioquimica/bioquimica16.php

[Imagen 9. Productos de la fotosíntesis] Imagen recuperada

http://accesopostitulo.educacion.gov.ar/sitios/educar/recursos/ver?id=89432&referente=noticias

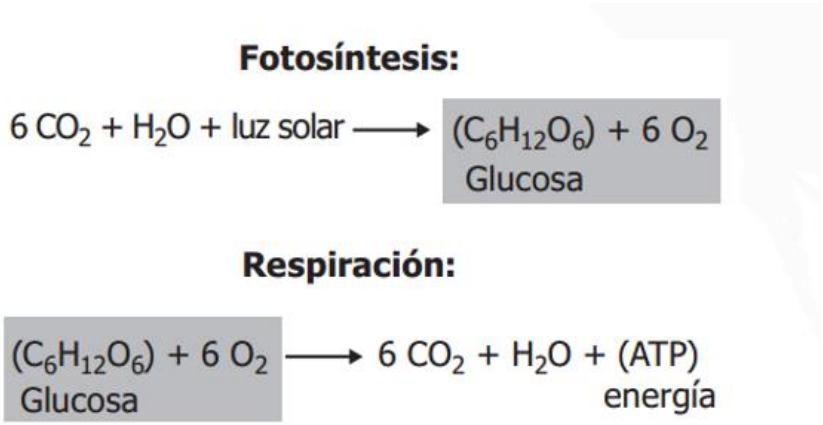
ANEXOS

Anexo 1

Test de conocimientos previos realizado a los estudiantes del grado 10 del colegio Alemán sobre fotosíntesis**.**

1- ¿Por qué no sería posible la vida, sin la existencia de las plantas?
2- ¿Por qué se sabe que las plantas producen oxígeno?

3- ¿A qué productos dan lugar las plantas cuando realizan la fotosíntesis?
4- ¿Cuáles son los motores fotosintéticos (organela) que transforman la energía solar en energía química?
5- ¿Cuál es la mejor luz para observar el proceso de fotosíntesis?
6- ¿Cuál es la luz que refleja mayoritariamente las plantas?



7- El anabolismo es una forma de metabolismo que requiere energía y da como resultado la elaboración de moléculas complejas a partir de moléculas simples. Por el contrario, el catabolismo transforma moléculas complejas en moléculas simples y producen energía. El siguiente esquema muestra los procesos de fotosíntesis y respiración en las plantas.

Con base en la información anterior, se puede afirmar que

A. la fotosíntesis es un proceso anabólico porque produce glucosa como molécula compleja.
B. la fotosíntesis es un proceso catabólico porque requiere energía en forma de luz solar.
C. la respiración es un proceso anabólico porque produce energía en forma de ATP.
D. la respiración es un proceso catabólico porque produce moléculas complejas como el CO2 y agua.

8- La fotosíntesis y la respiración tienen en común:

Consumir oxígeno.
Producir oxígeno.
Transformar energía.
Consumir dióxido de carbono.

9- La producción y utilización de glucosa están directamente relacionados con los procesos de:

A. Fotosíntesis y digestión.

B. Respiración y digestión.

C. Fotosíntesis y respiración.

D. Respiración y excreción.

10- Tipo de energía utilizada por organismos autótrofos que incluye el movimiento de fotones:

A. Calor
B. Luz solar

C. Electricidad

D. Química

11- La fotosíntesis es un proceso que se lleva a cabo en las siguientes clasificaciones:

A. Vegetal y Fungi

B. Protista y Animal

C. Vegetal y Protista

D. Fungi y Monera

Anexo 2

Test de conocimientos finales realizado a los estudiantes del grado 10 del colegio Alemán sobre fotosíntesis.

1- ¿La vida en la tierra se da gracias a la fotosíntesis, esto debido a que en las etapas lumínica y oscura se produce?

2- ¿Qué mecanismo explica dentro de la fotosíntesis la producción de oxígeno?

3- ¿A qué productos dan lugar las plantas cuando realizan la fotosíntesis?

4- ¿Por qué son importantes los cloroplastos en las células vegetales? Responder la pregunta como el beneficio tanto para las plantas como para los animales.

5- ¿Cuál es la mejor luz para observar el proceso de la fotosíntesis?

6- ¿Cuál es la luz qué refleja mayoritariamente las plantas? Porqué?

Fotosíntesis:

$6\ CO_2 + H_2O + \text{luz solar} \longrightarrow (C_6H_{12}O_6) + 6\ O_2$
Glucosa

Respiración:

$(C_6H_{12}O_6) + 6\ O_2 \longrightarrow 6\ CO_2 + H_2O + (ATP)$
Glucosa energía

7- Con base en el Esquema anterior responda:
¿Qué moléculas se oxidan?
¿Qué moléculas se reducen?

8- La respiración depende o no de la fotosíntesis ¿por qué?

9- ¿Cuál es la finalidad de las plantas en producir glucosa?

10- ¿Cómo se ven afectados los electrones del segundo fotosistema cuando son activados por la luz solar?

11- Se sabe que la fotosíntesis se lleva a cabo en las plantas y en las algas. ¿Hay algún otro organismo que pueda generar oxígeno diferente a estos dos?

Anexo 3

Proyectos de investigación de los estudiantes.

Los siguientes son los proyectos que se seleccionaron para evaluar los diferentes aspectos de una investigación científica escolar, estos proyectos fueron seleccionados al azar de los doce proyectos que se realizaron durante la implementación de esta estrategia metodológica de investigación escolar, esta es una copia original del trabajo de los estudiantes no ha sido reformada en ningún aspecto. A los proyectos de

investigación de los estudiantes se les quitó la tabla de contenidos para no des configurar la tabla de contenido del presente trabajo de tesis de grado.

Proyecto número 1

¿Cómo afecta la temperatura de un bombillo antiguo, la producción de o_2 en la planta elodea?

Alejandra Aguilar, Elisa Delgado, Pedro Zapata y Nicolás Russi Botero

Materia: Biología

Profesor: Juan Fernando Correa

Colegio Alemán de Medellín

2015

Introducción

Este Experimento se realiza con el objetivo de responder una pregunta de investigación sobre la fotosíntesis. La Fotosíntesis es un proceso que es realizado por todas las plantas para la obtención de energía, entre otras cosas. A la hora de realizar la fotosíntesis una planta necesita la presencia de unos factores, los cuales son indispensables y son brindados por la naturaleza. Cuando un factor de estos se ve afectado se puede notar cambios en las ganancias de la planta en términos fotosintéticos. Pero hay que tener en cuenta que el aumento de un factor no puede ser en exceso ya que esto podría generar impactos negativos en la planta, la cual no podrá realizar la fotosíntesis de manera correcta. En nuestro experimento buscábamos encontrar como el cambio de Temperatura en una planta acuática genera un impacto positivo en la creación de oxígeno de esta.

Pregunta de Investigación

¿Cómo afecta la temperatura de un bombillo antiguo, la producción de o_2 en la planta elodea?

Hipótesis

La planta que se encuentra expuesta al calor del bombillo, producirá una mayor cantidad de O_2.

Marco Conceptual

Antecedentes

Historia de la Fotosíntesis

Ya desde la antigua Grecia, el filósofo Aristóteles tenía la hipótesis de que el Sol era el que ayudaba a que las plantas tuvieran su color verde, pero no era demasiado específico y la gente la rechazó. Esta hipótesis no fue retomada sino hasta el siglo XVII cuando Stephen Hales hizo mención a esta hipótesis Aristotélica, además de esto, el mismo Stephen Hales dio a conocer que el aire que penetraba en los vegetales, por medio de la hojas, era para ellos, fuente de alimento.

Posteriormente, en la década de 1770, el clérigo ingles Joseph Priestley dio a conocer la producción de oxígeno de los vegetales, afirmando que el proceso se daba de una forma inversa a la respiración de los animales, que consumían el oxígeno. En 1778, el médico holandés Jan Ingenhousz lideró numerosos experimentos acerca de la producción de oxígeno en las plantas. Algunos de sus mayores hallazgos fueron, el descubrimiento de que las pantas, tanto como los animales, hacían intercambio de gases tanto en la noche como en el día y que cuando estos eran iluminados con luz solar, había una mayor producción de oxigeno que excedía al que se consumía, también descubrió que la fotosíntesis se llevaba a cabo en determinadas partes de la planta (en sus partes verdes).

El autor suizo Th. de Saussure, demostró que el aumento de la biomasa depende de la cantidad de dióxido de carbono que se haya fijado, que puede venir tanto del agua o del aire. También estudia la respiración en las plantas y concluye que además de emitir dióxido de carbono, estas pierden agua y a su vez generan calor. Descubre también la necesidad de la nutrición mineral de las plantas.

El químico Alemán J. von Liebig, según la teoría de que los organismos son entidades compuestas por productos químicos y la importancia de las reacciones químicas para los procesos vitales, confirma las teorías anteriormente expuestas por Saussure.

Fue acuñada también la denominación de clorofila de los pigmentos fotosintéticos (por Pelletier y Caventou) a comienzos del siglo XIX. Dutrochet describe la entrada de CO_2 en la planta a través de los estomas y afirma que solo las células que contienen clorofila son las productoras de oxígeno. Más tarde, H. von Mohl, describirá la estructura de las estomas. Sachs a su vez, relacionó los estomas con cuerpos subcelulares que se pueden dividir y que la formación de almidón, tiene que ver con la iluminación y que esta sustancia desaparece en la oscuridad. Fue Sachs el que descubrió la formulación de la ecuación básica de la fotosíntesis:

$$\mathbf{6\ CO_2 + 6\ H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2}$$

Andreas Franz Wilhelm Schimper acuñó el nombre de los cloroplastos y describió básicamente, su estructura. En el último tercio del siglo XIX aparecen los esfuerzos por establecer las propiedades físico-químicas de la clorofila y comienza el estudio de los aspectos ecofisiológicos de la fotosíntesis. (Cepaalacelula, 2011)

Marco Teórico

A la hora de realizar nuestro experimento debemos tener unos conocimientos previos que nos ayudarán a entender mejor los procedimientos y resultados conseguidos. Por ejemplo antes de comenzar nuestro experimento debemos saber bien como se realiza el proceso de la fotosíntesis y cuáles son sus productos.

La Fotosíntesis

La fotosíntesis es un proceso anabólico realizado en las plantas para alimentarse, crecer y desarrollarse. Este proceso se lleva a cabo en unas organelas llamadas cloroplastos, las cuales están ubicadas en las hojas de las plantas. En el interior de estas organelas se encuentran unos pequeños sacos llamados Tilacoides. Los Tilacoides tienen una membrana con la cual mediante unas enzimas es capaz de capturar la energía de la luz necesaria para el proceso de la fotosíntesis. Al recibir la energía de la luz los Tilacoides llevan a cabo dos fases: la fase lumínica y la oscura. (Soto Hernández, 2013)

Fase Lumínica

La fase lumínica tiene como fin la creación de ATP, O_2 y NADPH en una planta.

Este proceso se lleva a cabo en el Fotosistema II (P680) mediante la activación de los electrones del agua por causa de la energía de la luz. La P680 requiere un electrón que es tomado del agua rompiéndola en iones H^+ e iones O^{-2}. Estos iones O^{-2} se combinan para formar O_2 que se libera a la atmosfera. Por otra parte un electrón es transferido a una molécula aceptadora, y luego cuesta abajo al Fotosistema I a través de una cadena transportadora de electrones. (Gonzalez, 1998-2007)

En el Fotosistema I (P700) vuelve a interactuar la luz, generando nuevamente la activación de un electrón. Este electrón pasa por una serie de reacciones redox logrando así finalmente poder combinarse con $NADP^+$ e H^+ para formar NADPH. Por otra parte uno de los electrones del Fotosistema II remplaza al electrón excitado de la molécula P700 creando así un flujo continuo de electrones desde el agua al NADPH, el cual es usado para la fijación del carbono. (Gonzalez, 1998-2007)

Fase Oscura

La fase oscura tiene como fin la creación de Glúcidos, Aminoácidos y Ácidos grasos. Es un proceso metabólico de tres fases en la cual el CO_2 atmosférico o (disuelto en el agua para las plantas acuáticas, como en nuestro caso), se convierte por medio de un proceso de reducción en materia orgánica - biomoléculas - , usando la energía obtenida en la fase lumínica y almacenada en las moléculas de ATP, este proceso ocurre en los estromas de los cloroplastos.

Las tres fases son:

1. Carboxilación. Se incorpora el CO_2 mediante una enzima especializada a una molécula simple que evoluciona rápidamente a moléculas de fosfoglicerato

2. Reducción. las moléculas de fosfoglicerato usan las unidades de energía del ATP para evolucionar a gliceraldehidos

3. Recuperación. Se consolida una de las moléculas de gliceraldehido como producto final del ciclo y se forman moléculas anexas de ribulosa. (Cassiani, 2014) (Massarini, 2007)

Espectro lumínico

La mayor parte de la radiación solar que atraviesa la atmosfera se convierte en luz visible debido a que las otras longitudes son eliminadas tanto por la atmosfera como por el agua y el dióxido de carbono. Por esto, podemos afirmar que los procesos químicos en la tierra (como la fotosíntesis) están adaptados a la radiación, pero de la luz visible. (Mader, 2008)

Pigmentos Fotosintéticos

Son moléculas que absorben las longitudes de ondas de luz que llegan a la tierra. La mayor parte solo absorbe algunas longitudes de ondas de luz y refleja otros colores, por esto vemos los colores de las plantas y por ejemplo, si vemos una planta color rojo, ese es el color que la planta no absorbió. Estas plantas se diferencian por el tipo de clorofila que posean, por ejemplo las clorofilas a y b absorben mejor las longitudes de ondas violeta, azul y roja y reflejan el color verde.

Existen varias maneras para identificar el espectro de absorción de los pigmentos como por ejemplo, exponiendo las diferentes luces dentro de un espectrofotómetro que mide la cantidad de luz que pasa a través de ella. (Mader, 2008)

Factores que afectan en la fotosíntesis:

Factores internos: Son aquellos que se refieren a las características de constitución de la planta.

Estructura de la hoja: Contenido de clorofila y funcionamiento enzimático.

Grosor de la cutícula y capa epidérmica que condiciona la cantidad de fotones que hacen efecto en los cloroplastos.

El intercambio gaseoso es determinado por la cantidad de estomas que posea la planta.

La edad en las hojas de la plata, ya que entre más vieja sea esta, va a contener menos clorofila y menos cloroplastos. (El Blog del Mundo, 2011)

Factores externos: Son factores definidos por el ambiente.

Luz solar: Cuando las plantas reciben poca cantidad de luz presentan una menor tasa de fotosíntesis. Aquellas que reciben más luz van a presentar un porcentaje más alto de

fotosíntesis, pero si la luz se vuelve excesiva satura los fotosistemas dañando los tejidos y al elevando la temperatura, lo que produce la evaporación del agua; presentando un descenso de este proceso fotosintético.

Dióxido de carbono y agua: La disminución o alteración de cualquiera de estos compuestos de verá reflejada en la fotosíntesis. Si existe mayor concentración de Co2 habrá mayor actividad fotosintética, pero a mayor concentración de O2 de producirá la perdida de fotosíntesis debido a la fotorespiración.

Temperatura: Entre 10 grados C y los 35 grados C alcanza la fotosíntesis su mayor eficacia y utilidad. Pero la temperatura tiene la capacidad de estimular o reducir el crecimiento de las plantas, ya que la temperatura afecta directamente en la respiración de la planta. Si la temperatura no está de acuerdo con la variedad de la planta, aumenta la respiración de está produciendo que los productos de la fotosíntesis se usen más rápido y el desarrollo y el crecimiento de la planta se detenga debido a que no se produce el alimento necesario para la planta. Para que la planta crezca bien el porcentaje de la fotosíntesis debe ser mayor al de la respiración. En temperaturas muy altas la enzimas reducen su actividad y los estomas se cierran para evitar que el agua de evapore. (El Blog del Mundo, 2011)

Planta Elodea

Elodea Canadensis o Anacharis es el nombre que se le da a la planta comúnmente conocida como la Elodea. Esta planta es originaria de Norteamerica pero se encuentra ubicada en todo el mundo. En ciertos lugares del mundo como Europa y Asia es conocida vulgarmente como la Peste de Agua o Luchecillo debido a que es considerada una peste por su continuo crecimiento, lo cual genera problemas de drenaje. En América del Sur es muy fácil cultivar estos tipos de planta. En general la Elodea no es una planta exigente pero puede no progresar si se mantiene en aguas muy cálidas. Su más alto potencial se da en aguas frías o tanques tropicales de temperaturas más o menos bajas y puede crecer al máximo si se le expone a la luz. Sus tallos pueden tener llegar a medir hasta 3 metros y sus hojas hasta 3 centímetros.

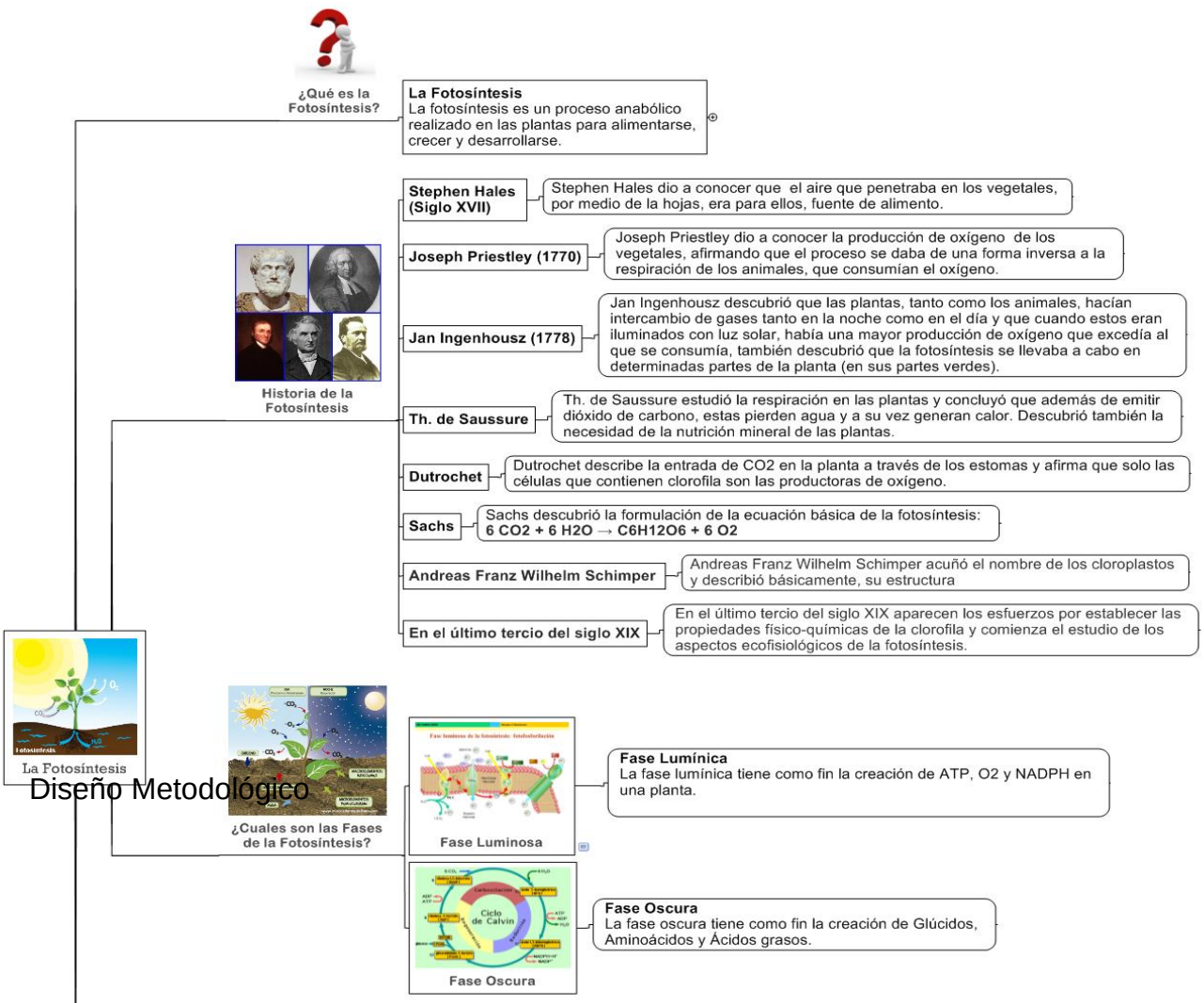
El mejor ambiente para una planta Elodea es un ecosistema lacustre, es decir, sedimentario, de lagos ricos en nutrientes. Su presencia genera un buen hábitat para invertebrados acuáticos y en algunos casos sirven como medio de camuflaje para peses y anfibios. Por otro lado su presencia genera ecosistemas libres de bacterias y ricos en oxígeno. (Mar, 2010)

Bombillo antiguo (Bombillo incandescente)

En el año 1878, el británico Sir Joseph Swan y el norteamericano Thomas Alva Edison crearon el primer dispositivo eléctrico de iluminación artificial (bombillo incandescente). Desde su creación el bombillo incandescente ha sido uno de los inventos más importantes en el desarrollo en la Humanidad. En general la estructura de un bombillo incandescente es muy simple. Este bombillo consta de casquillo metálico con rosca (en algunos casos liso, tipo bayoneta) y un borne en su extremo, aislado del casquillo. Tanto el casquillo como el borne permiten la conexión a los polos negativo y positivo de una fuente de corriente eléctrica. Lo más común es conectar la parte del casquillo al polo negativo y el borne al polo positivo de la fuente.

La cantidad de luz que puede llegar a emitir un bombillo incandescente depende esencialmente de la potencia que tenga en watt. Generalmente los bombillos más pequeños generan menos cantidad de luz ya que la potencia de la luz depende directamente de la longitud del alambre del filamento y el tamaño y forma de la bombilla de cristal. Es por esto que hay bombillos que pueden llegar a superar los 500 watt, mientras que otros solo alcanzan los 20 watt. En general este tipo de bombillo son poco eficaces en términos de producción de luz ya que solo el 10% de la energía eléctrica consumida por una lámpara incandescente se convierte en luz visible y el otro 90% se disipa al medio ambiente en forma de calor. (Álvarez, 2012)

Mapa Conceptual



Desarrollo

Experimento con la presencia de calor (sin Vidrio)

En la primera parte del experimento se buscó medir el cambio de la concentración de oxígeno en una planta acuática como la Elodea. Para ello se situó la planta en un Beaker lleno con agua (200ml) y se puso en contacto con un bombillo antiguo (1320 lux o lumen/m^2 de nivel de iluminación), el cual le infringió calor. La temperatura de la planta sufrió un cambio a lo largo del experimento pasando, en menos de 5 horas, de los 25ºC a los 30ºC. Al terminar el experimento se medió nuevamente la concentración de oxígeno disuelto en el agua y se pudo ver que la planta sufrió un cambio muy drástico ya que subió de los 0.7 mg/L a los 3.3 mg/L. Experimento sin la presencia de calor (con Vidrio)

En el segundo experimento se buscó encontrar la concentración de oxígeno en una planta acuática sin la presencia de calor. Para ello se situó la planta Elodea en el interior de la caja con la presencia de un bombillo antiguo, pero esta vez se situó un vidrio entre el bombillo y la planta evitando el paso de calor. Los factores con los cuales se realizó este experimento fueron los mismos que el primero (sin Vidrio), solo que esta vez se le agrego la presencia de un vidrio aislante de calor. Al final del experimento la temperatura de la planta subió de los 25ºC a los 28ºC. Los Resultados de este experimento fueron diferentes al anterior, ya que el oxígeno disuelto en el agua bajo desde los 2,4 mg/L hasta los 0,7 mg/L.

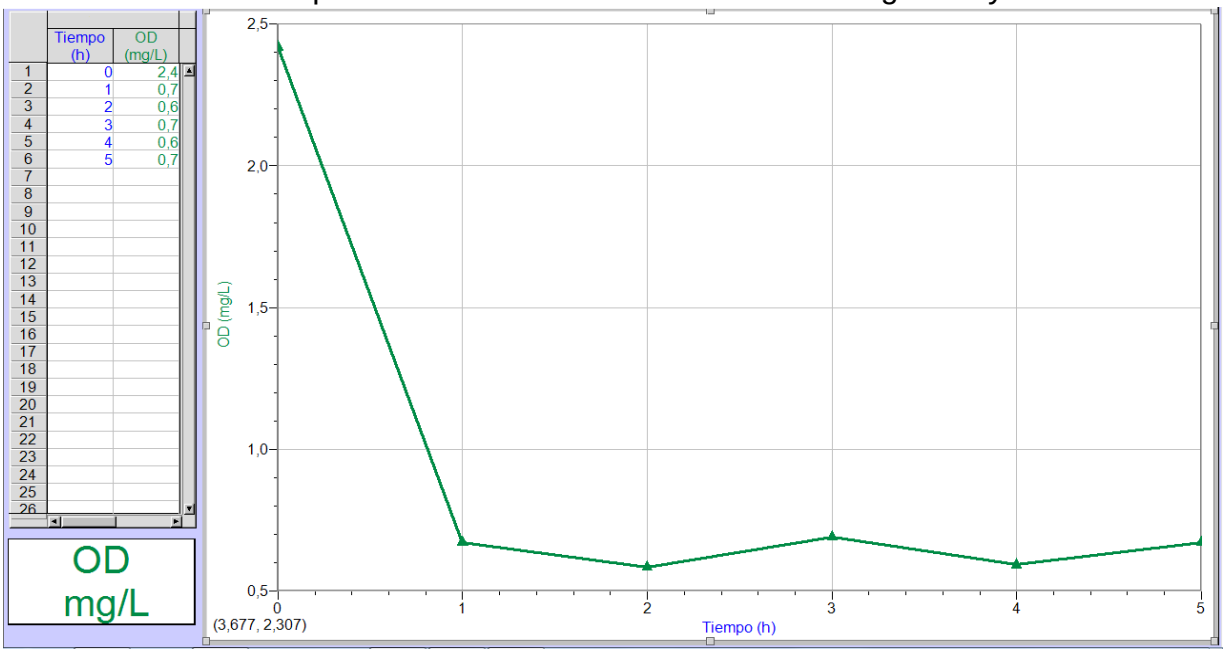
Resultados

Tabla y Grafica de Datos

Grafica 1

Resultados Experimento sin la presencia de calor (con Vidrio)

-Las dos variables que se utilizaron en la realización de la gráfica y la Tabla de Datos



fueron el Tiempo representado con la letra T. El segundo valor se representa como la cantidad de oxigeno (masa) que se encuentra disuelto en el agua (volumen), en otras palabras OD (mg/L) a una temperatura determinada.

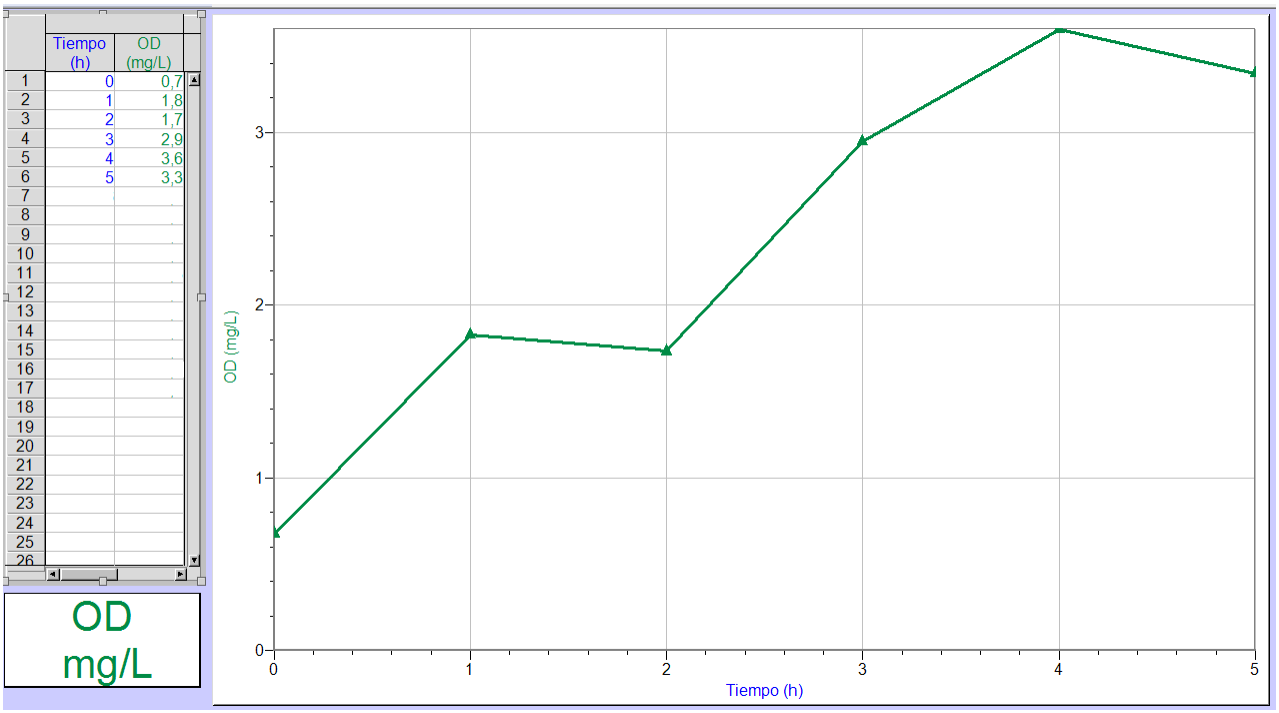
-La Temperatura al iniciar el experimento era de aproximadamente 25ºC, el oxígeno disuelto que se encontraba en ese momento era de 2,4 mg/L.

-El nivel de Oxigeno descendió y se mantuvo más o menos constante (0.7 mg/L).

-La Temperatura al finalizar el experimento fue de más o menos 28ºC, el oxígeno disuelto que se encontraba en ese entonces era de 0,7 mg/L.

Grafica 2

Resultados Experimento con la presencia de calor (sin Vidrio)



-La Temperatura de la planta al empezar el Experimento era de aproximadamente 25ºC, el oxígeno disuelto que se encontraba en ese momento era de 0.7 mg/L.

-El nivel de Oxigeno aumento, hasta llegar a un punto, en el cual empezó a descender.

-La Temperatura de la Elodea al finalizar el experimento era de más o menos 30,5ºC, el oxígeno disuelto en ese momento era de 3.3 mg/L.

Análisis

-Pudimos observar que en el experimento que no tenía vidrio aislante, la temperatura final fue de 30,5ºC y produjo una cantidad de oxigeno de 3,3 mg/L, mientras que en el experimento que tenía el vidrio aislante, la temperatura final fue de 28ºC y produjo una cantidad de 0,7 mg/L. Analizando estos resultados, podemos afirmar que el calor afecta en la producción de oxígeno en la fotosíntesis.

-Además de esto pudimos observar que en el experimento con vidrio, al pasar una hora los valores de OD mg/L fueron constantes. Por el contrario en el experimento sin Vidrio pudimos notar que el nivel de OD mg/L subía continuamente hasta alcanzar un pico pasadas las cuatro horas. Después de alcanzar este punto comenzó a descender.

Causas de Error

-En esta práctica tuvimos varios errores que pudimos haber hecho mejor, pero que aprovecharemos para corregir en nuestra próxima practica de laboratorio.

-Uno de ellos fue haber dejado el bombillo prendido durante la noche por falta de coordinación en nuestro grupo. Fue algo que no parecía tan importante pero que al final afectó nuestro experimento porque cuando el profesor llego al laboratorio, tuvo que apagar el bombillo y cuando volvimos, ya llevaba un buen tiempo apagado y esto afectó en la toma de temperatura final.

-También faltó, como ya había mencionado, comunicación entre los integrantes del grupo y por esto hubo un par de mal entendidos entre nosotros.

Por último, pero no menos importante, hubo ocasiones en las que no todos los miembros del grupo tenían bata de laboratorio, y por esto, solo dos o tres de los integrantes tenían que entrar y hacer todo el montaje solos.

-Estamos conscientes de nuestros errores y además, estamos dispuestos a poner mucha atención a estos en próximas ocasiones.

Conclusiones

-En este experimento pudimos corroborar que el calor afecta gradualmente la producción de oxigeno que a su vez va ligada al proceso de la fotosíntesis.

-Al realizar esté experimento podemos concluir que nuestra hipótesis fue acertada.

Agradecimientos

-Le agradecemos a Juan Fernando por su paciencia a la hora de realizar nuestro experimento. Si no hubiera sido por su ayuda este experimento no hubiera salido como estaba planeado. Gracias

Referencias

Álvarez, J. A. (2012, 03). *ASÍ FUNCIONA*. Retrieved from ASÍ FUNCIONA LA LÁMPARA INCANDESCENTE: http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_incandesc/af_incandesc_1.htm

Cassiani, A. D. (2014, 02 28). *FOTOSINTESIS: CICLO DE CALVIN-BENSON*. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=dpYQ6z6N2F8

Cepaalacelula. (2011, Julio 03). Retrieved from Historia De La Fotosíntesis: http://cepaalacelula.webnode.es/news/historia-de-la-fotosintesis-/

El Blog del Mundo. (2011, Noviembre 15). Retrieved from El Blog del Mundo: https://elvagodelbarrio.wordpress.com/2011/11/14/factores-que-afectan-a-la-fotosintesis-parte-2/

El Blog del Mundo. (2011, Noviembre 14). Retrieved from El Blog del Mundo: https://elvagodelbarrio.wordpress.com/2011/11/14/factores-que-afectan-a-la-fotosintesis-parte-1/

Gonzalez, D. J. (1998-2007). *HIPERTEXTOS DEL ÁREA DE LA BIOLOGÍA*. Retrieved from www.biologia.edu.ar/plantas/fotosint.htm

Mader, S. (2008). Biología. In S. Mader, *Biología* (p. 118). Colombia: Mc Graw Hill.

Mar, M. d. (2010, 05 18). *Flor de Planta*. Retrieved from Plantas Acuáticas: Características Y Cuidados De La Elodea: http://www.flordeplanta.com.ar/acuaticas/plantas-acuaticas-caracteristicas-y-cuidados-de-la-elodea/

Massarini, C. B. (2007). Biologia. In C. B. Massarini, *Biologia.* Médica Panamericana.

Soto Hernández, M. (2013). *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*. Retrieved from PRÁCTICA DE LABORATORIO LA FOTOSÍNTESIS: http://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa2/n1/p1.html

Proyecto número 2

¿Qué tan eficientes son las plantas para descontaminar un ambiente saturado de $C0_2$?

Samuel Carmona, Jose Lema, Felipe Obando, Sebastián Silva, Tomas Ferrer

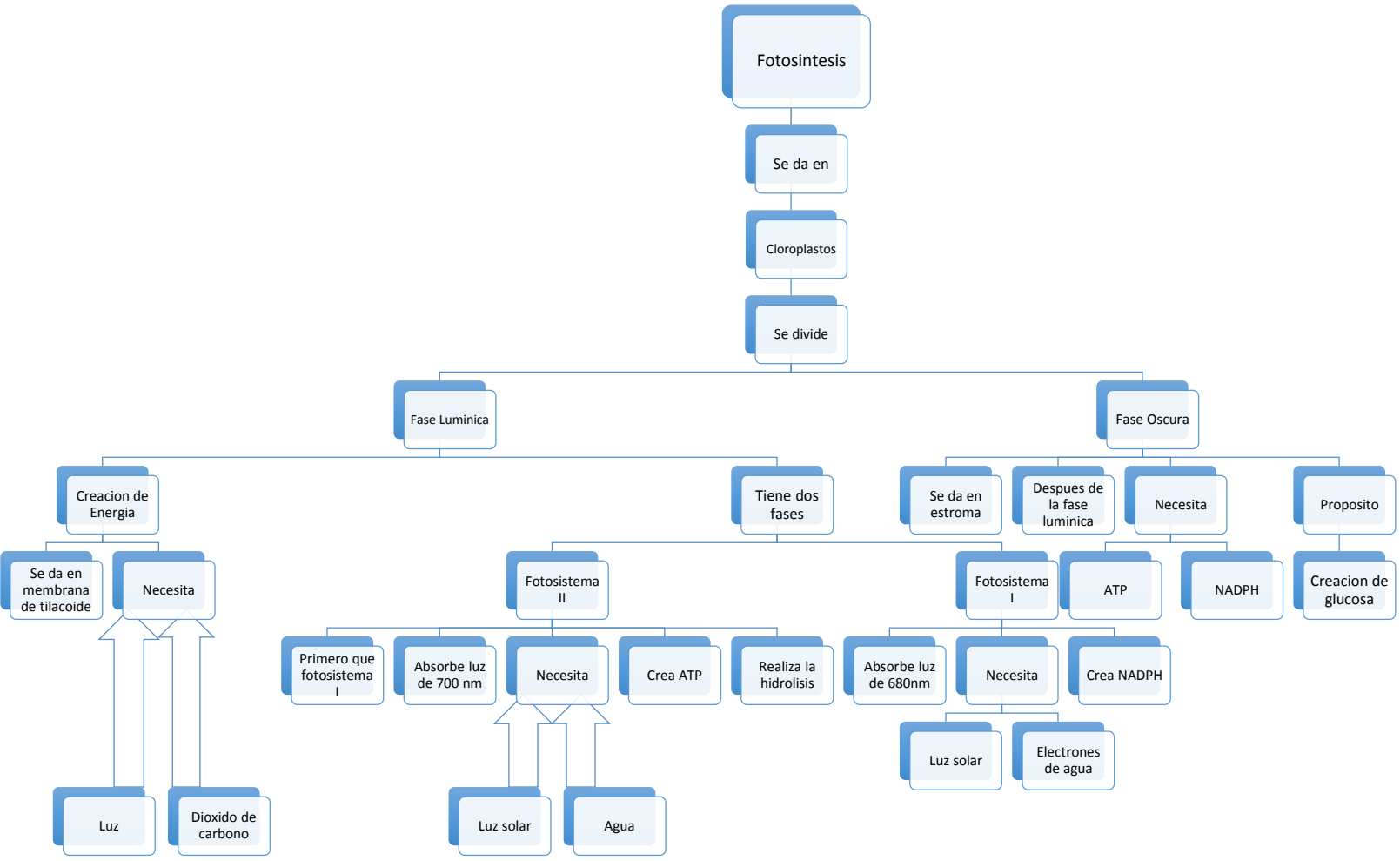
Materia: Biología

Profesor: Juan Fernando Correa

Colegio Alemán de Medellín

2015

Mapa Conceptual



Pregunta base del experimento

¿Qué tan eficientes son las plantas para descontaminar un ambiente saturado de C02?

Introducción

En la actualidad la sociedad se ha encargado de contaminar el ambiente, aumentando la producción de $C0_2$ a partir de esta problemática de la actualidad decidimos realizar un experimento para ver que tanto se puede descontaminar el mundo por medio de las plantas con la ayuda de la fotosíntesis. La función de la fotosíntesis es convertir $C0_2$ en 0_2. Basándonos en esta teoría realizamos una investigación experimental para comprobar que tan rentable es una planta para descontaminar un ambiente saturado de $C0_2$.

Hipótesis

La planta al pasar el tiempo lograra reducir notablemente el nivel de contaminación en una biocámara saturada con $C0_2$.

Marco Conceptual

Fase Lumínica

Es el proceso por el cual la luz o la energía lumínica obtienen energía química en forma de ATP y NADPH a partir de la disociación de moléculas de agua que forman posteriormente oxígeno e hidrógeno. Además se puede identificar como la primera fase o etapa de la fotosíntesis.

El desarrollo de este proceso se da a partir de cadenas transportadoras del cloroplasto. Más específico, en complejos de la clorofila las cuales se agrupan en

unidades identificadas como fotosistemas que se encuentran en los tilacoides de los cloroplastos.

Factores que afectan la fotosíntesis

Carencia de Luz.

El proceso de la fotosíntesis no pudo llevarse a cabo sin la luz. Como su mismo nombre lo indica (Foto-síntesis), la luz es vital para que las plantas puedan fabricar los nutrientes necesarios para su desarrollo.

Poca presencia de Clorofila.

Esto pude ser causado por alguna malformación en los Cloroplastos.

Bajo C02 en el ambiente.

Las plantas absorben el carbono, como primeros pasos de la fotosíntesis, para posteriormente liberar este gas en forma de oxígeno. Al no haber mucho $C0_2$ en el ambiente, la eficiencia de la fotosíntesis de la planta disminuirá.

Baja disponibilidad de ATP.

La carencia de este compuesto energético de las plantas, puede deberse a una baja absorción de sales minerales o a una poca concentración de Humus en donde yace la planta en sí.

Disponibilidad de H_20

Cuando no hay suficiente agua, la planta reacciona al cerrar las estomas, provocando que la cantidad de $C0^2$ disminuya y que la del 0_2 aumente.

Temperatura.

Si la planta no se encuentra en una temperatura optima, se producirá la desnaturalización de los enzimas. Esto disminuirá el rendimiento de la fotosíntesis.

Fases de la fotosíntesis.

La energía solar se convierte en energía química por medio de la etapa de la fase lumínica donde la ATP es sintetizada y donde la luz es indispensable.

Por otro lado la fase oscura no depende de la luz, se desarrolló dentro de las células de las hojas convirtiendo el dióxido de carbono en glucosa

Ciclo de Calvin.

El ciclo de Calvin consiste en la fijación del dióxido de carbono. El cual se distribuye en el estroma de los cloroplastos, donde se mezcla con un azúcar de 5 carbonos y es catalizada por una enzima llamada rubisco. Esta reacción produce una molécula de 6 carbonos, que luego se descompone para formar dos moléculas de 3 carbonos. Este es el primer producto estable de la fotosíntesis.

Contexto histórico de la fotosíntesis.

El estudio de las plantas empezó hace muchos años, en la antigua Grecia siendo Aristóteles el primer investigador. Aunque con la falta de tecnología y entendimiento sobre estos seres no pudieron llegar a mucho. Lo más cerca que estuvo Aristóteles de encontrar la fotosíntesis fue que llego a la conclusión que el color verde de las plantas estaba directamente relacionado con el sol, pero nadie dio importancia a esta idea, por lo tanto simplemente se fue desvaneciendo en el aire. Fue hasta el siglo 17 cuando el conocido científico Stephen Hales retomo la idea y anuncio que era cierta, además fue el también el primero en decir que el aire que penetraba las hojas era usado por las plantas como alimento.

En 1770 se comenzó a unir un poco la química con la biología, y fue ahí cuando un científico clérigo llamado Joseph Priestley descubrió la respiración en las plantas. Él fue el primero en decir que las plantas producían oxígeno, lo llamo como inverso de la respiración animal. Después también descubrió que a veces las plantas emanaban $C0_2$, pero nunca supo cómo interpretar estos datos.

El siguiente personaje relevante fue Jan Ingenhaousz, quien fue el primero que descubrió que las plantas creaban más oxigeno que $C0_2$ y que la luz solar era totalmente necesaria para esto. Además recomendaba sacar las plantas de noche para evitar una posible intoxicación por $C0_2$. Otro científico llamado Jean Sieneber descubrió que sin el $C0_2$ las plantas no podían producir oxígeno.

Estos son otros científicos y sus descubrimientos:

Nicolas de Saussure: Biomasa depende de la fijación de dióxido de carbono, además describe la necesidad de nutrición mineral de las plantas.

Pelletier y Caventou: Descubren la clorofila a principios del siglo 19.

Dutrochet: Describe la entrada de $C0_2$ a través de los estomas y determina que solo las células que tienen clorofila son productoras de oxígeno.

Sachs: Descubre la ecuación básica de la fotosíntesis - $6\ C0_2 + 6\ H_20 \rightarrow C_6H_{12}0_6 + 6\ 0_2$

Andreas Franz: Halla los cloroplastos y describe sus características básicas.

Siglo XX

Frederick Frost Blackman fue el primero en medir el rendimiento de la fotosíntesis bajo ciertas circunstancias. El descubrió las variantes que afectan la fotosíntesis (intensidad de luz y temperatura) y descubrió que condiciones eran más optimas y cuales peores.

Cornelius Bernardus fue el primero en decir que el oxígeno resultante de la fotosíntesis provenía del agua previamente absorbida por la planta y no del $C0_2$, pero esta tesis no se pudo comprobar sino hasta 1941. En 1937 Robert Hill comprobó que una planta puede producir oxígeno en ausencia de $C0_2$, siendo este uno de los primero indicios de que la teoría de Cornelius era verdad.

En 1940 el investigador Melvin Calvin pudo entender gran parte de la fotosíntesis al ser el descubridor del Ciclo de Calvin, este descubrimiento le valió un premio nobel.

Daniel Arnon también fue muy importante al poder explicar mediante ciertos experimentos como las células asimilan el $C0_2$ y producen ATP.

Por último están los químicos alemanes Johann Deisenhofer, Harmut Michel y Robert Huber fueron los primeros en identificar completamente la estructura del centro de reacción de la fotosíntesis y también los primeros en poder concretar la estructura de las proteínas que son usadas en la fotosíntesis.

Metodología del experimento

En el experimento realizado, utilizamos un recipiente de dos litros del laboratorio, donde colocamos una orquídea. Sellamos el recipiente herméticamente con papel binilpel para no dejar salir los gases. Contaminamos el ambiente con $C0_2$, para eso utilizamos un alka-setlzer. Colocamos un luxo-metro y un sensor de $C0_2$ para la toma de datos. Después de montar el experimento, lo colocamos dentro de una caja de cartón, para que no variara la luminosidad y la planta no se estresara. La duración del experimento fue de 17 horas.

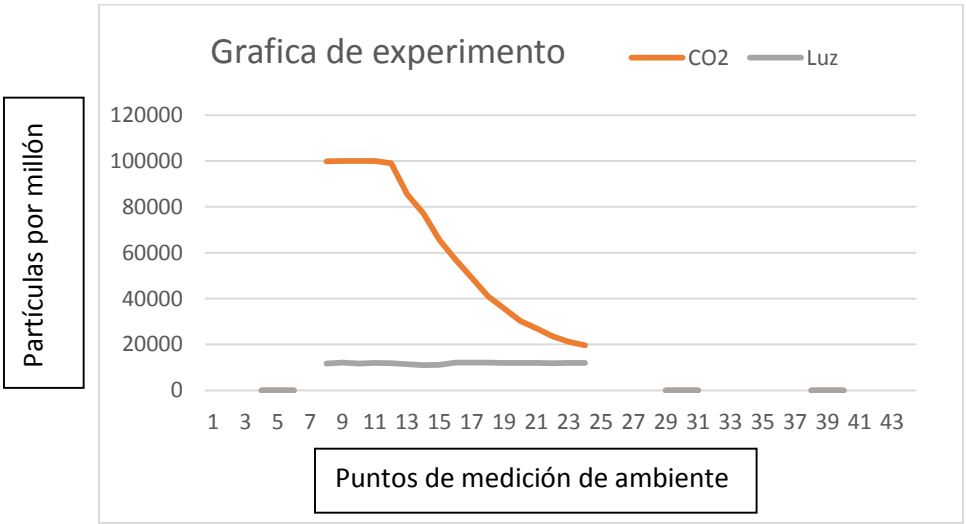
Tabla de resultados

Resultados del experimento de saturación en el ambiente de la planta.

Tiempo	CO2	Iluminacion
T	C	I
h	ppm	lux
0	99890	11697
1	100042	12069
2	100012	11744
3	100042	11931
4	99039	11884
5	85497	11371
6	77145	10949
7	65546	11137
8	56860	12163
9	49086	12116
10	40918	12069
11	35725	12025
12	30199	12025
13	26979	12025
14	23579	11884
15	21149	12025
16	19691	11978

Lux: (lx) equivale un lumen por metro cuadrado

Gráfica: Como actuó la planta frente a la contaminación en el ambiente.



Análisis de resultados

Las primeras 4 horas parece que no hay mayor actividad y el $C0_2$ incluso llega a aumentar un poco mientras el experimento se estabiliza, pero cuando pasa de la cuarta a la quinta hora se ve un gran cambio en la cantidad de dióxido de carbono en el ambiente. El cambio es de casi 15000 ppm. A partir de ahí la contaminación en el ambiente baja significativamente aunque el cambio es mucho más abrupto desde la cuarta hasta la décima hora y desde la décima hasta la decimosexta hora el cambio se da mucho más gradualmente. También podemos ver según la tabla y la gráfica que la luz no fue algo que afecto el proceso de la fotosíntesis ya que su variación fue insignificante.

Conclusión

Para empezar medimos el nivel de $C0_2$ del ambiente y era más o menos de 1.000 partículas por millón. Posteriormente saturamos nuestro ambiente artificial hasta llevarlo a un punto de saturación de 100.000 partículas por millón. Basándonos en los datos obtenidos, pudimos apreciar que nuestro hipótesis era verdadera de acuerdo al experimento planteado al comprobar que el nivel de $C0_2$ bajo de 100.000 p/m a 19.000 p/m en tan solo 17 horas. Además podríamos decir que la planta tuvo mayor actividad fotosintética entre la cuarta y la décima hora, ya que fue cuando tuvo la mayor velocidad al purificar el ambiente.

Aplicaciones para la vida

Este experimento es bastante práctico ya que nos muestra que las plantas si son útiles para la descontaminación del medio ambiente. Por lo tanto en base a estos

resultados se pueden lanzar varios proyectos para incentivar la plantación y la conservación de las zonas verdes que nos quedan. Además nos hace mucho más consientes a un problema real que el mundo enfrenta en este momento. Así se podría llegar a bajar significativamente los grados de contaminación en las ciudades y hacer de estas un lugar más saludable para vivir

Causas de error

Contaminar el ambiente nos fue difícil, ya que íbamos a usar los gases que soltaba un Alka-seltzer al reaccionar con el agua. Pero tuvimos que intentar hacerlo varias veces ya que no lográbamos capturar bien los gases o después de capturarlos no lográbamos inyectarlos en la biocámara. Incluso se dañó uno de los instrumentos del laboratorio al intentarlo.

Bibliografía

benaoz69. (24 de Octubre de 2010). *Slide Share.* Obtenido de Ciclo de Calvin: http://es.slideshare.net/benaoz69/ciclo-de-calvin#

buenastareas.com. (Diciembre de 2010). Obtenido de Factores que afectan la fotosintesis: http://www.buenastareas.com/ensayos/Factores-Que-Afectan-a-La-Fotosintesis/1272873.html

Jilda. (5 de Diciembre de 2011). *lafotosintesisjilda.* Obtenido de Fotosintesis: http://lafotosintesisjilda.blogspot.com/2011/12/la-fotosintesis-y-sus-fases.html#

Karp, G. (1993). *Biologia celular*. Obtenido de Fotosintesis y cloroplastos: http://es.wikipedia.org/wiki/Fase_luminosa

Letona, V., Nardone, F., & Parés, F. (s.f.). *Fotosintesis*. Obtenido de Google Sites: https://sites.google.com/site/3ronatfotosintesis/historia

Proyecto número 3

Proyecto de investigación

Emiliana Molina, Ana Londoño, Felipe Herrera y Nicolás Weinhold

Materia: Biología

Profesor: Juan Fernando Correa

Colegio Alemán Medellín

2015

Introducción

A lo largo del bimestre hemos estado viendo la fotosíntesis en las plantas. Hemos hecho experimentos, hemos hablado sobre ello y las variables que pueden afectar este proceso. Después de saber más sobre este tema se planteó este proyecto de investigación y lo pudimos llevar a cabo. Este proyecto se realizó para ver la producción de oxigeno (O_2) en una planta Polyscias balfouriana (Falsa Aralia, Araña Aralia) de dos años con una variable, la cual sería tapar el haz de la planta y ver si la producción de O2 aumentaba, disminuía o permanecía igual.

(Maneti, POLYSCIAS BALFOURIANA O FALSA ARALIA, 2014)

Desarrollo

Pregunta de investigación

¿Qué porcentaje en la producción de oxigeno (O_2) se ve afectado si se impermeabiliza el haz de una planta?

Hipótesis

La impermeabilización del haz de las hojas (Polyscias balfouriana) no afectará la producción de O_2.

Elaboración

Se inició con la planeación del proyecto con un dibujo de cómo sería el proyecto y los materiales necesarios para realizarlo.

Se hizo un corte en la zona superior de la caja de cartón a aproximadamente 60 centímetros de altura y a 14 centímetros de profundidad, en el cual se insertó el vidrio. Luego en la zona superior e inferior de la caja se abrieron dos huecos; el superior para insertar el plafón y el bombillo, y en la zona inferior para insertar la planta.

Una vez hecho esto se puso la caja en los soportes universales, para poder darle estabilidad al experimento al meter la planta. Al ser insertada la planta en la parte inferior de la caja, se puso el trípode encima de esta para sostener la biocamara. Después de esto se acomodó el plafón y el bombillo en el orificio de la parte superior de la caja.

Luego las hojas que sobresalen del trípode se insertaron en uno de los orificios de la biocamara y luego se sella con cinta para que no puedan entrar ni salir gases. En el otro orificio de la biocamara, se introduce el medidor de oxígeno (O2) y para que quede hermética la biocamara, se sella con cinta en la tapa.

Después se cierra la caja y se sella para que no entre luz. Luego de esto se conecta el Labquest al medidor de O_2 para iniciar la prueba. Los datos serían medidos cada una hora, durante 5 horas.

Luego de cinco horas, se recolectaron los datos en una USB y se empezó la segunda parte del proyecto.

Para la segunda parte se abrió la caja y biocamara nuevamente y se tapó el haz de las plantas con cinta para ver si la hipótesis era correcta. Por igual se cerró la biocamara con cinta, se prendió el bombillo y nuevamente se encendió el Labquest para registrar la producción de O_2 en la planta.

Los datos fueron medidos nuevamente cada hora durante 5 horas. Luego se recolectaron los datos y se compararon con los anteriores.

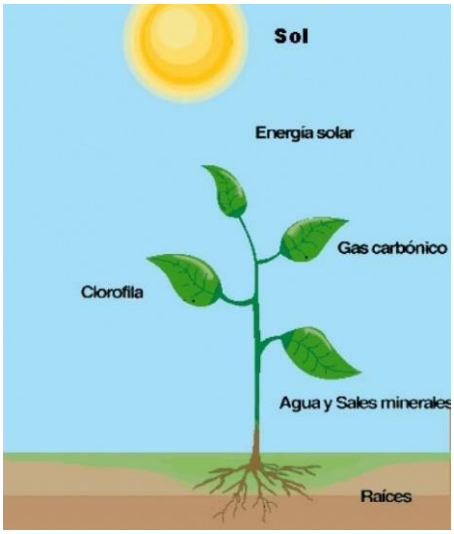
Marco Conceptual

Marco teórico

La fotosíntesis

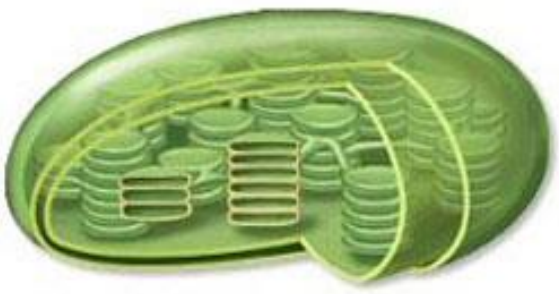
Es un proceso que realizan las plantas para la nutrición, crecimiento y desarrollo. Es un proceso metabólico que depende de reacciones químicas; se utiliza energía luminosa y se obtiene energía química (además de otros productos como O_2 y glucosa). Se necesita de la luz, CO_2, H_2O, clorofila y unas enzimas para realizarse el proceso. La clorofila es la encargada de la absorción de luz adecuada para realizar este proceso. La glucosa se almacena y el oxígeno es liberado. La fotosíntesis de divide en 2 etapas que son la fase

lumínica y la fase oscura. La fotosíntesis, además, se puede dar durante el día o la noche, depende de la planta. (Mader, 2007)



Los cloroplastos

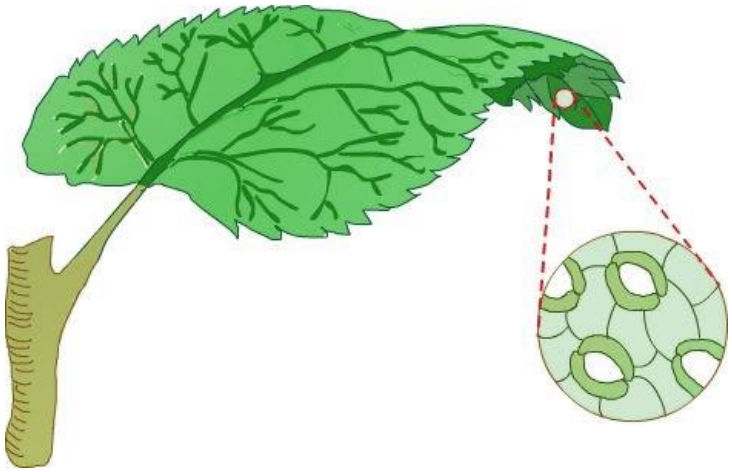
Son organelos eucariotas utilizados para la fotosíntesis. Están formados por 2 membranas concéntricas que contienen tilacoides, vesículas y demás moléculas que convierten la energía lumínica en energía química, como la clorofila. Suelen ser de un color verde. Todo el proceso fotosintético es posible gracias a todo el complejo de moléculas presentes en los cloroplastos. Aquí, además, se realizan ambas fases (Lumínica y oscura), en la lumínica se produce en los tilacoides produciendo ATP y NADPH para la fase oscura, la cual después en los estromas donde se fija el CO_2. (Mader, 2007)



Los estomas

Son unas pequeñas cavidades o poros que atraviesan la epidermis de las plantas para el intercambio gaseoso de las plantas. Además, están localizados en las zonas “verdes” de las plantas terrestres, aunque suelen estar en el envés de las plantas. Son la parte donde se libera mayor parte de O_2 y CO_2. Puede incluso abrirse o cerrarse según la

necesidad de la planta. El abrir y cerrar hace que la planta se adapte al medio ambiente en el que habita; está regulada en la planta por factores como la luz, el dióxido de carbono (CO_2) o el agua. (Mader, 2007)



Los científicos en el siglo XVIII decían que todos los nutrientes que la planta recibía venían de la tierra; luego Stephen Hales dijo que parte de estos venían de la atmósfera.

Después de esto, en el año 1727 se comenzó a investigar como las plantas obtenían los alimentos y descubrieron que la presencia de dióxido de carbono (CO_2) estimulaba la producción de oxígeno (O_2). (Ramos, 2009)

En 1864 se concluyó que la fotosíntesis es el proceso por el cual las plantas con la presencia de la luz solar, transforman las sustancias inorgánicas que toman del medio como materia orgánica y también producen oxígeno. Esto fue gracias a Julius Sachs quien demostró que la planta podía formar sus alimentos orgánicos a partir de materia inorgánica. (Ramos, 2009)

(Wikipedia, 2015)

Desarrollo

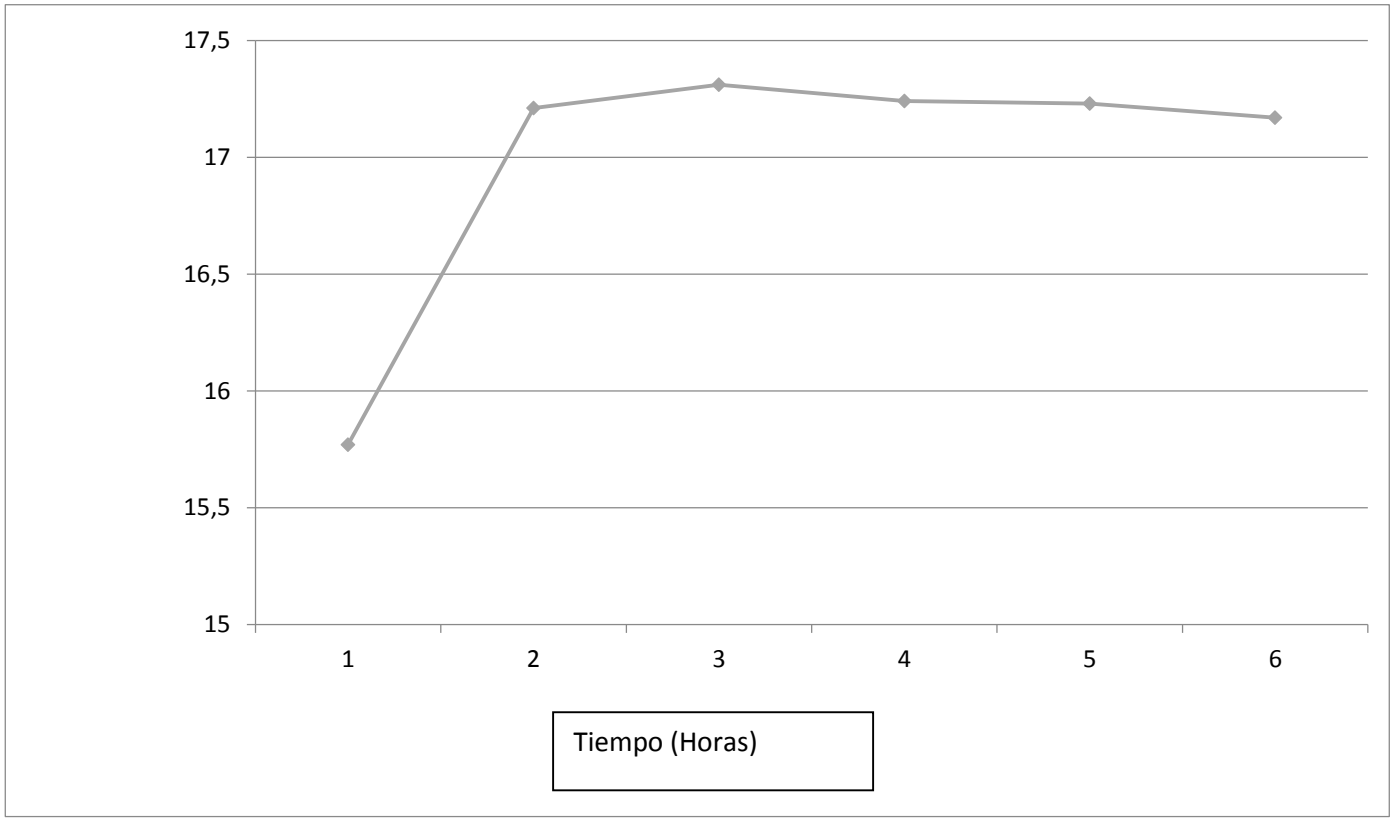
A continuación veremos las tablas de datos y la graficas de respectivas tablas. En la primera tabla y grafica veremos los datos que tomamos sin impermeabilizar el haz de las hojas, y en las segundas veremos los resultados de la producción de O_2 con las hojas impermeabilizadas.

Tablas de datos y graficas

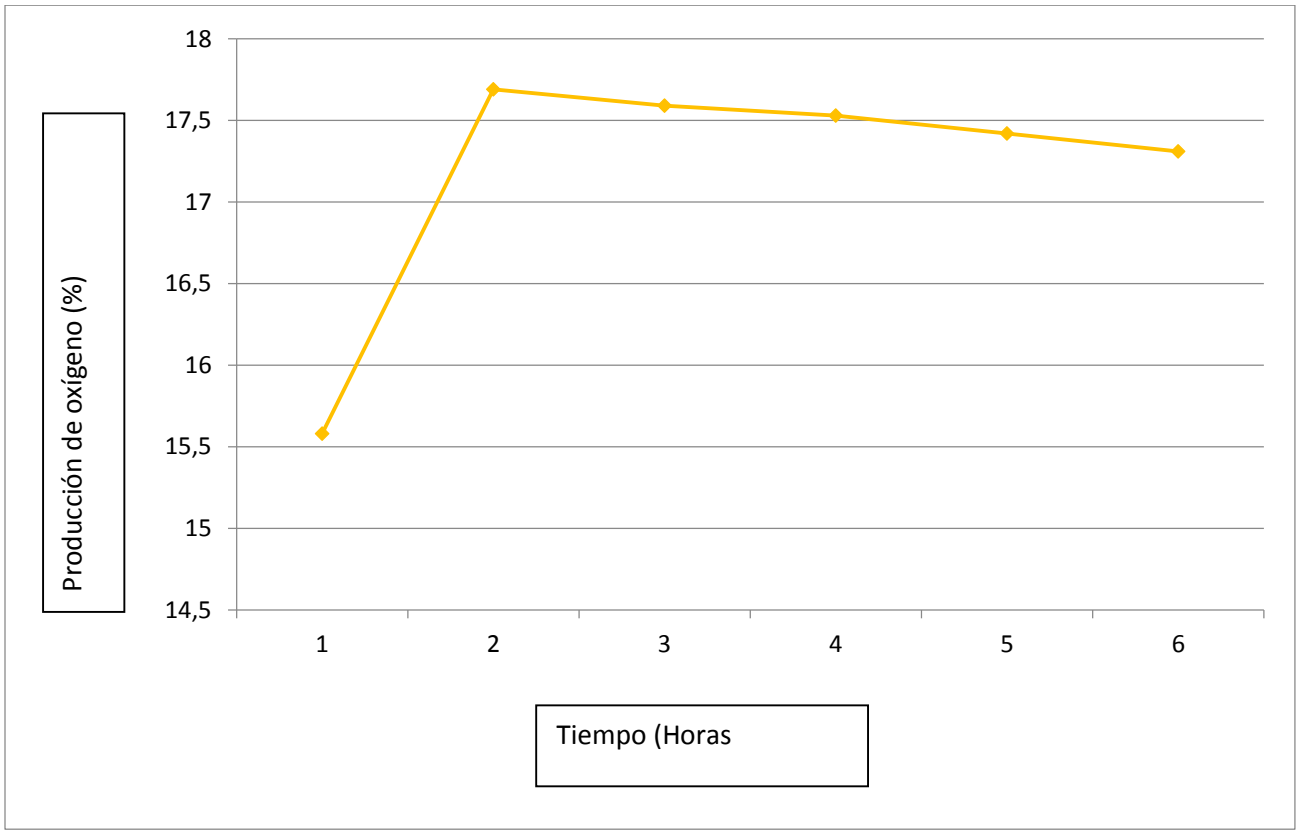
Tiempo (Horas)	Oxigeno (%)
0	15,77
1	17,21
2	17,31
3	17,24
4	17,23

Producción de Oxigeno (%)

5	17,17



Tiempo (Horas)	Oxigeno (%)
0	15,58
1	17,69
2	17,59
3	17,53
4	17,42
5	17,31



Análisis de resultados

Primera gráfica

En la primer gráfica se puede ver que el porcentaje de producción de oxigeno se incrementa en un 2% en la primera hora y luego se mantiene constante entre 17% y 17,5%. Después de tres horas la producción de oxígeno empieza a bajar lentamente.

Segunda gráfica

En la segunda gráfica del mismo modo se puede ver el mismo incremento de 2% en la producción de oxígeno en la primera hora, pero después de esto comienza a descender constantemente en un 0,1%.

Comprobación de hipótesis

En la hipótesis se había planteado que la producción de oxígeno, al tapar el haz de la hoja no cambiaría. Según los resultados anteriores, se puede ver que hay un cambio notable en la segunda toma de datos, en cuanto a la disminución de producción al pasar las horas. Por esto nuestra hipótesis fue errónea, ya que si hubo un cambio, por mínimo que fuera, en la producción de oxígeno en la planta al tapar el haz de esta.

Conclusiones

Impermeabilizar el haz de las hojas de una planta no afecta la producción de la planta, debido a que allí no se encuentran los estomas, que es, por donde se hace el intercambio gaseoso con el medio ambiente.

La producción de O_2 en las plantas puede variar, dependiendo del ecosistema en el que se encuentre la planta y del tipo de planta; estas variaciones se pueden presentar sin que los humanos nos demos cuenta.

Las plantas al igual que los humanos se pueden estresar, las plantas al estresarse disminuyen su producción de O_2.

Causas de error

La falta de información como por ejemplo no saber con exactitud la edad de la planta, puede afectar los resultados.

No hay seguridad de que la biocamara hubiera quedado totalmente hermética, ya que fue sellada con cinta y no hay comprobante de que no hubiera intercambio gaseoso con el exterior.

El bombillo no era un bombillo de gas, debido a esto, irradia calor; posiblemente este afectó la producción de oxígeno en la planta.

Bibliografía

Mader, S. S. (2007). *Biología .* Mexico, DF: McGraw-Hill.

Maneti. (11 de Noviembre de 2014). *POLYSCIAS BALFOURIANA O FALSA ARALIA*. Recuperado el 5 de marzo de 2015, de POLYSCIAS BALFOURIANA O FALSA ARALIA: http://maneti-lamardeverde.blogspot.com/2014/11/polyscias-balfouriana-o-falsa-aralia.html

Ramos, M. (1 de Diciembre de 2009). *La fotosintesis*. Recuperado el 5 de marzo de 2015, de La fotosintesis: http://biologiafotosintesis.blogspot.com/2009/12/fotosintes-antecedentes.html

Wikipedia. (7 de Febrero de 2015). *Julius von Sachs*. Recuperado el 5 de Marzo de 2015, de Julius von Sachs: http://en.wikipedia.org/wiki/Julius_von_Sachs

Proyecto número 4

¿Qué efecto en la producción de oxígeno del proceso fotosintético, tiene someter una planta (Geranio) a diferentes temperaturas?

Susana Palacio Pérez, Karen Salomonski Montoya y Valentina Restrepo Montoya

Materia: Biología

Profesor: Juan Fernando Correa

Colegio Alemán Medellín

Marzo 2015

PREGUNTA

¿Qué efecto en la producción de oxígeno del proceso fotosintético, tiene someter una planta (Geranio) a diferentes temperaturas?

HIPÓTESIS

A mayor temperatura el proceso de la Fotosíntesis podría ser mejor ya que habría una producción más alta de O_2.

INTRODUCCIÓN

Durante el año hemos estudiado y trabajado los diferentes procesos que realizan las plantas en el cual nos hemos enfocado en la fotosíntesis. Como trabajo y nota del bimestre nos tocó realizar una pregunta referente al tema, con la cual se podía solucionar con un experimento. Nosotras decidimos realizar el experimento acerca de la producción de O_2 de una planta dependiendo de la temperatura a la que está sometida. La planta que elegimos fue un Geranio. Una de las plantas que más hogares decoran son los geranios. Sus cerca de 240 especies, diferenciadas por los colores de sus flores, por su tamaño y hasta por su olor, se convierten en una opción decorativa fácil de mantener.

Su nombre científico es '*Pelargonium*', y es originaria de la región sudafricana de El Cabo. Esta planta puede vivir en climas fríos o templados. (González, 2010)

(http://www.alcolore.it/photodesktop_archive/geranio_photo_by_alcide_sartori.jpg, s.f.)

Nosotras pensamos introducir la planta en una nevera para poder hacer una variación de la temperatura. Primero dejarla a temperatura ambiente y después meterla a nevera con la temperatura más baja de ella. Como la planta tenía que estar tapada térmicamente para que no hubiera alteraciones así que pensamos introducirla en un

Erlemeyer con desplazamiento lateral para poder colocar un tubo de vidrio y poner el medidor de O_2.

MARCO CONCEPTUAL

Marco teórico

Desde la Antigua Grecia, la fotosíntesis ha sido un tema controversial en la biología. Muchos filósofos, pensadores y personajes de la historia se cuestionaron sobre el proceso en cuestión, y de los cuales sus descubrimientos hicieron aportes importantes a la fotosíntesis. Aristóteles fue el primero que propuso que los rayos de sol tenían que ver directamente con el color de las hojas de las plantas, y aunque esta idea no fue aceptada ni relevante en esa época, en el siglo XVII, Stephen Hales, confirmo la teoría anterior y agrego que el aire que las hojas reciben son fuente de alimento para ellas. (Universidad Nacional de Colombia, 2009). Después en el siglo XVIII, Joseph Priestley afirmo que el proceso de producción de oxigeno era diferente para las plantas y los animales. También descubrió que las plantas emiten dióxido de carbono aun en la noche. El científico Jan Ingenhousz dijo que en las plantas la fotosíntesis re realizaba en puntos específicos, descartando las raíces y las flores, afirmando así que se hacía en las partes verdes de la planta. También descubrió que las plantas necesitan de la luz solar para poder expulsar el O_2, porque con la luz solar se acelera el proceso. (Armstrong, 1982)

Al igual que ellos y muchos científicos más hicieron aportes durante los siguientes años que serían importantes, como Jean Senbier, que descubrió que el bióxido de carbono era fundamental para la liberación. El científico P. Joseph Pelletier descubrió que a través de los estomas entra el dióxido de carbono a la planta y que únicamente la células con clorofila son productoras de O_2. Otros científicos como Julious von Sachzs, Frederick Frost Backman, Cornelius Bernardus entre otros hicieron grandes descubrimientos sobre el estudio de la fotosíntesis.

ANTECEDENTES

Fotosíntesis

La fotosíntesis es el proceso mediante el cual las plantas transforman materia orgánica en materia inorgánica, gracias a la energía que produce la luz. En este proceso la energía lumínica se transforma en energía química (ATP), también la planta elabora su propio alimento, crece y se desarrolla mediante la fotosíntesis.

Para este proceso la planta necesita la clorofila que es la sustancia que está en las hojas y le da color a la planta. Esta se encarga de absorber luz solar para realizar la fotosíntesis. También necesita de luz solar ya que esta es un reactivo completamente necesario para convertirse después en energía química, al igual que el CO_2, H_2O y algunas enzimas.

La ecuación general de la fotosíntesis es:

$6CO2+6H2O$------ $C6H12O6+6\ O_2$

La fotosíntesis ocurre en los cloroplastos. Al interior de los cloroplastos se encuentran las estructuras tilacoides sumergidas en el estroma (parte liquida del cloroplasto).

La fotosíntesis se divide en la fase lumínica y la fase oscura:

Fase lumínica

En es la primera etapa de la fotosíntesis y depende directamente de la luz solar para poder realizarse y obtener energía química (ATP)

En estas etapas existen dos fotosistemas que son conjuntos de moléculas de clorofila y de otros pigmentos fotosintéticos. Captan y absorben la energía lumínica que emana el sol.

Hay dos fotosistemas en la fase lumínica, que son el fotosistema 1 y el fotosistema 2

Fotosistema 1

Actúa con la clorofila en forma de p700.La luz solar actúa sobre esta molécula (P700), produciendo que un electrón sea elevado a un nivel muy alto, este electrón es recibido por un aceptor primario. Luego de pasar por reacciones redox, se combina con NADP y H para formar NADPH que es el producto final del fotosistema 1.

Fotosistema 2

EN el fotosistema 2 la clorofila esta en forma P680 y hay un continuo flujo de electrones desde el agua al NADPH para la fijación del carbono. En este proceso se obtiene ATP (energía) y O_2

Existe otra etapa en la fotosíntesis que es diferente a la anterior. Se denomina la Fase oscura.

Fase oscura.

Es una fase en la que no se necesita la luz solar. Puede ocurrir tanto de día como de noche .Se desarrolla dentro de las células de las hojas. Convierte el dióxido de carbono, el oxígeno y el hidrogeno en glucosa. Estas reacciones usan los productos de la fase luminosa (ATP y NADPH) y realizan más procesos químicos sobre ellos

Ciclo de Calvin o fijación de CO_2

En este proceso hay en una serie de procesos bioquímicos que se realizan en el estroma de los cloroplastos de los organismos fotosintéticos.

Utiliza los productos de la fase lumínica, y convierte en moléculas inorgánicas de dióxido de carbono en moléculas orgánicas sencillas para formar más compuestos bioquímicos. La enzima que interviene en este ciclo es la (ribulosa-1,5-bisfosfato)

Ecuación:

$6RuBP + 6CO2 + 12NADPH + 18\ ATP + 12H+ + 6H2O \rightarrow 6RuBP + C6H12O6 + 12NADP+ + 18ADP + 18\ Pi$

Planta C3, C4 y CAM

Dentro de la fotosíntesis encontramos diferentes metabolismos en las plantas, Por esta razón es importante que analicemos las plantas C3, C4 y CAM que tienen un papel fundamental para entender el proceso.

Plantas C3

Estas plantas son en su mayoría arbóreas, tienen una marcada fotorrespiración en la que dedican parte del día.

También se llaman así porque el bióxido de carbono primero se incorpora en un compuesto de carbono-3 y mantiene los estomas abiertas durante el día.

Fijan el CO_2 realizando el ciclo de Calvin, gracias a la enzima Rubisco.

Hay una respiración no mitocondrial que consume O_2 y produce CO_2 gracias la luz solar, fotorespiración.

Esta es importante en las plantas C3 porque disminuye la capacidad fotosintética.

Plantas C4

Son en su mayoría plantas tropicales. No realizan el proceso de la foto respiración.

Se incorporan a un compuesto de carbono-4, la cual se lleva a cabo en las células internas y mantiene a las estomas abiertas en el día. Tienen un mayor gasto energético porque requieren la producción de una enzima extra PEP, pero lo compensan con una mayor EUA, que hace que haya mayor crecimiento y eficacia de la fotosíntesis en temperaturas altas como en climas secos y en desiertos.

Plantas CAM

Carecen de una capa de células.

En los procesos fotosintéticos

Hay una separación temporal en vez de física. Constan de una

Fase en la que los estomas se abren durante la noche entrando para que entre CO_2 y salga H_2O.En la fase nocturna, encontramos los estomas cerrados.

Al dividir el metabolismo de noche y de día reducen la perdida de agua. EL flujo de salida del agua depende de la humedad exterior. Así los estamos se mantienen cerrados y solo se abren y funcionan en la noche.

Aunque haya menos perdida de agua,hay menos productividad, lo que afecta el desarrollo y crecimiento de la planta.

METODOLOGIA

Procedimiento

Primero armamos la base donde va apoyada la planta. Unimos con una nuez las pinzas que sostenían el Erlenmeyer al soporte universal y después colocamos el Erlenmeyer. Lo siguiente fue introducir la planta en el Erlenmeyer y le tapamos la parte inferior de la planta entre la tierra y el tallo con papel de cocina y cinta. Después introducimos el tubo de vidrio al Erlenmeyer en la tabuladora lateral y lo reforzamos con más papel de cocina, plastilina y cinta. Ahí, en el mismo tubo de vidrio pusimos el medidor de O_2, el cual también reforzamos con papel de cocina y cinta. Ya cuando teníamos todo armado, dejamos el montaje a temperatura ambiente para ver la producción de CO_2 después abrimos la nevera y la pusimos la nevera en modo que estuviera en la temperatura mínima, introducimos la planta, con la base y una pesa para reforzar la base y un termómetro para medir la temperatura a la que estaba la nevera (previamente medimos la temperatura ambiente). Después hicimos los últimos detalles, que fue conectar la extensión, conectar el plafón con el bombillo y meterlo a la nevera y conectar el medidor de O_2 al Labquest (previamente fue configurado para tomar los datos por dos horas).

TABLAS Y GRAFICAS DE DATOS

Tabla #1 Planta sometida a 10°C

Tiempo	O_2
T	G
h	%
0	14,6
0,2	14,83
0,5	14,81
0,8	14,67
1	14,53
1,2	14,5
1,5	14,41
1,8	14,32

Grafica #1 – Planta sometida a 10°C

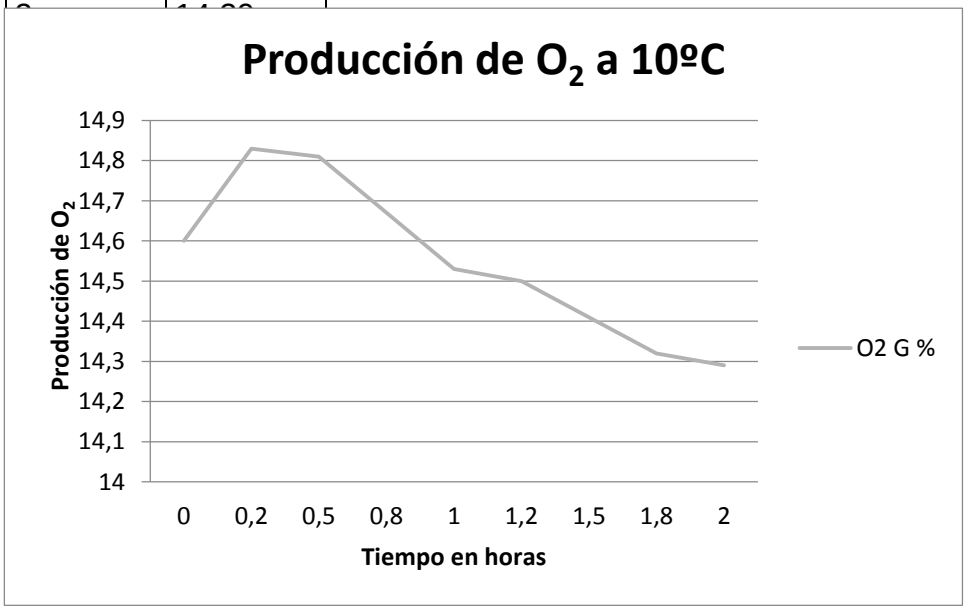
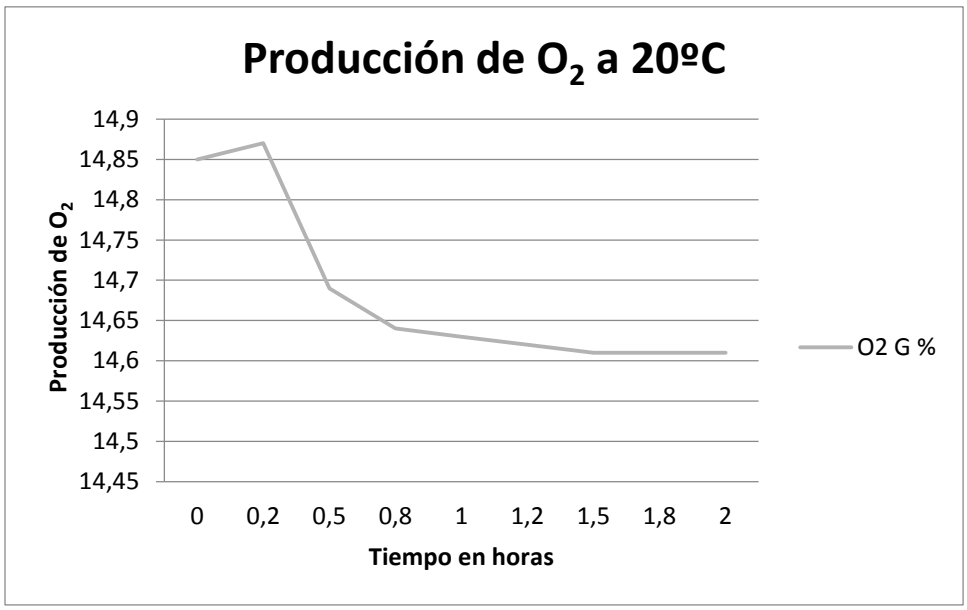


Tabla # 2 Planta sometida a 20°C

Tiempo	O2
T	G

h	%
0	14,85
0,2	14,87
0,5	14,69
0,8	14,64
1	14,63
1,2	14,62
1,5	14,61
1,8	14,61
2	14,61

Grafica # 2 – Planta sometida a 20°C



ANALISIS

En los resultados pudimos notar que la liberación de O_2 en ambas temperaturas es muy similar, los datos se alejan por milésimas y realmente ningún cambio en ellos es lo suficientemente significativo como para pensar que la temperatura influyo drásticamente en la reacción de la planta. De todas formas, en esa pequeña diferencia de milésimas que hay, influyo el hecho de que la planta fuera de tierra fría, por lo tanto su reacción fue positiva a baja temperatura, escoger esa planta no fe idea nuestra por el hecho de que eso pasara, sino que buscábamos que esta no muriera durante el experimento.

Nuestra hipótesis en este caso no es correcta, la planta no se estreso y por lo tanto no disminuyo su producción de O_2, fue al contrario, produjo un poco más de O_2 a una baja temperatura.

Posibles causas de error

La nevera pudo estar mal cerrada

El Labquest pudo no estar tapado por los lados

La planta pudo no haber estado sellada completamente

La luz no era natural

REFERENCIAS

Armstrong, F. B. (1982). *www.wikipedia.org*. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Fotos%C3%ADntesis

González, A. I. (13 de 09 de 2010). *www.plantas.facilisimo.com*. Obtenido de http://plantas.facilisimo.com/reportajes/flores/el-geranio_184181.html

http://www.alcolore.it/photodesktop_archive/geranio_photo_by_alcide_sartori.jpg. (s.f.).

Universidad Nacional de Colombia. (01 de Noviembre de 2009). *www.virtual.unal.edu.co*. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Fotos%C3%ADntesis: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000051/lecciones/cap02/02_06.htm