

LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA PARA
PROMOVER LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES SOBRE LOS FACTORES QUE
INFLUYEN EN EL CRECIMIENTO VEGETAL

ESTEFANY JORDÁN LEDESMA



Universidad del Valle
Instituto de Educación y Pedagogía
Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental
Cali (Valle del Cauca), 2017

LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA PARA
PROMOVER LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES SOBRE LOS FACTORES QUE
INFLUYEN EN EL CRECIMIENTO VEGETAL

Trabajo de grado presentado por:
Estefany Jordán Ledesma

Directora:
Mg. Miyerdady Marín Quintero



Universidad del Valle
Instituto de Educación y Pedagogía
Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental
Cali (Valle del Cauca), 2017

DEDICATORIA

A Dios, gracias por haberme permitido emprender este camino, por darme la fortaleza para emprender los momentos de dificultades.

A mis padres, por su amor y por su ejemplo, por su dedicación, por mostrarme que siempre se puede, por haberme brindado todo su amor, cariño y apoyo constante durante este proceso.

A mis hermanos Lina Marcela, Luisa y Fernando, que son el motor de mi andar, ellos que representan ese futuro por el cual debo seguir, a ellos por regalarme una sonrisa en el momento indicado, por hacerme recordar el valor y el sentido de la vida.

A esa mujer que siempre ha creído en mí, que me ha visto crecer, aquella que tiene una palabra de aliento, es mujer llena de canas y tanta sabiduría, mi abuela.

Y a todos aquellos que han soñado que la pedagogía y la educación son el camino para transformar este país.

AGRADECIMIENTOS

A todos mis profesores, gracias por sus enseñanzas, por todo este tiempo, por poner sus conocimientos y saberes en pro de lo que ha sido mi formación como profesional.

Dentro de mis profesores en especial a Miyerdady Marín Quintero, quien siempre con una palabra de apoyo fue un claro referente, una mujer admirable por su tenacidad, y dedicación, a quien siempre recordare por su paciencia, sus consejos, y sus grandes enseñanzas.

A esos verdaderos amigos y compañeros que me brindaron su amistad, sus consejos, sus palabras durante este camino, a todos ellos quienes de una u otra manera han contribuido en la construcción de este proceso académico.

A mi Universidad del Valle, mi segundo hogar, la que transformó mi manera de ver el mundo, ese espacio en el que cada día estaba lleno de un nuevo aprendizaje, de espacios que me evocan alegría y conocimiento. De la universidad me llevo un mundo de experiencias que enriquecen mi vida profesional y personal, a la que le agradezco infinitamente por abrirme las puertas a nuevos conocimientos y a nuevas formas de ver e interpretar el mundo.

Estefany Jordán Ledesma

CONTENIDO

RESUMEN.....	8
INTRODUCCIÓN.....	10
JUSTIFICACIÓN.....	13
1. PROBLEMÁTICA.....	15
2. ANTECEDENTES.....	17
2.1. La construcción de explicaciones a los fenómenos en la enseñanza de las ciencias.....	17
2.2. Las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias.....	21
2.3. Propuestas de enseñanza – aprendizaje sobre el crecimiento vegetal.....	22
3. MARCO TEÓRICO.....	26
3.1 La actividad experimental en la enseñanza de las ciencias naturales.....	26
3.2 El papel de las actividades experimentales en la enseñanza de biología.....	30
3.3 Tipos de actividades experimentales.....	31
3.4 Construcción de las explicaciones.....	34
3.4.1 La construcción de explicaciones en las pequeñas investigaciones.....	36
3.5 Crecimiento vegetal.....	37
3.5.1 Crecimiento a partir de la semilla.....	39
3.5.2 Crecimiento en plantas adultas.....	40
3.6 Los factores que afectan el crecimiento vegetal como el producto de la relación suelo-planta-clima.....	41
3.7 Enseñanza del crecimiento vegetal en los libros de texto escolar.....	49
4. OBJETIVOS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	52
4.1 Objetivos.....	52
4.2 Tipo de metodología	52
4.3 Contexto y muestra	53
4.4 Técnicas e instrumentos de recogida de datos.	54
4.5 Técnicas de análisis de resultados: Redes sistémicas	54
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
5.1 Diseño de las actividades teórico – experimentales.....	56
5.2 Implementación de la propuesta.....	59
5.3 Discusión de resultados.....	84
CONSIDERACIONES FINALES.....	87
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	90
ANEXOS.....	94

Listado de tablas

	Pág.
Tabla 1. Recopilación de los objetivos de las actividades experimentales a partir de Flores et al. (2009).....	29
Tabla 2. Actividades teórico experimentales planteadas en la propuesta.....	58
Tabla 3. Preguntas propuestas por los estudiantes en torno al video, en el cual se evidencia el fenómeno del crecimiento vegetal.....	62
Tabla 4. Dibujos y descripciones de las observaciones realizadas por los estudiantes al microscopio.	72
Tabla 5. Paralelo entre los resultados del momento inicial y final.....	85

Listado de figuras

	Pág
Figura 1. Relación de todos los factores crecimiento vegetal.....	43
Figura 2. Fases de la fotosíntesis y los factores que intervienen en esta.....	45
Figura 3. Estudiantes identificando las partes de una planta utilizando la lupa.....	64
Figura 4. Relación de las características y función/nes que los estudiantes le dan a las hojas de las plantas.....	65
Figura 5. Relación de las características y función/nes que los estudiantes le dan la raíz de las plantas.....	66
Figura 6. Relación de las características y función/nes que los estudiantes le dan a las yemas de las plantas.....	67
Figura 7. Estudiantes realizando reconocimiento del microscopio y revisando la guía de trabajo.....	69
Figura 8 Estudiantes realizando reconocimiento del microscopio y revisando la guía de trabajo.....	70
Figura 9. Estudiantes tomando registro de las actividades realizadas.....	73
Figura 10. Estudiantes presentando los resultados de su montaje experimental.....	77
Figura 11. Estudiante explicando el crecimiento de la semilla/planta en diferentes medios.....	79
Figura 12. Ideas propuestas por los estudiantes al sembrar una semilla en diferentes medios.....	81

RESUMEN

En el presente trabajo, se expone el diseño y aplicación de una propuesta de enseñanza, la cual está orientada hacia la utilización de las actividades experimentales como estrategia didáctica desde la que se promueve la construcción de explicaciones entorno al crecimiento vegetal, siendo que este está influenciado por factores tanto internos, como externos. Así pues, en este trabajo se busca destacar la importancia de las actividades experimentales en el aula de ciencias naturales, puesto que se identifica en ellas un recurso capaz de potenciar el aprendizaje de estas ciencias. Acorde a la temática a trabajar se estableció la siguiente pregunta ¿Cómo a partir de las prácticas experimentales se logra promover en estudiantes la construcción de explicaciones del fenómeno del crecimiento vegetal? Para resolver este interrogante, se hace necesaria una clara integración de la teoría y la práctica.¹ Esto se logra, a través del diseño y aplicación de una propuesta didáctica para la enseñanza de los factores que afectan el crecimiento vegetal en el grado noveno de la educación básica de una institución educativa de la ciudad de Cali. Efectivamente, se evidencia que las actividades experimentales representan una estrategia de enseñanza-aprendizaje eficiente, dado que posibilitan promover la generación de explicaciones sobre el fenómeno del crecimiento vegetal, y la realización de cuestionamientos por parte de los estudiantes al respecto.

La metodología utilizada para esta investigación fue de carácter cualitativo, de tipo exploratorio y descriptivo, el proceso investigativo comprende tres etapas: una primera etapa corresponde a la planificación de la propuesta de práctica experimental para la enseñanza de los factores que afectan el crecimiento vegetal. La segunda etapa, consiste en la implementación de la propuesta y la tercera etapa, consiste en la recolección de información, análisis de resultados y finalmente la discusión de la información y las conclusiones.

La secuencia está orientada por una situación problema, la cual a su vez cuenta con unos interrogantes (subproblemas) con los cuales se va avanzando en la secuencia de actividades experimentales. Esta situación problema pretende poner en un contexto real el crecimiento vegetal como un fenómeno natural, lo que facilita ampliamente la construcción de explicaciones.

En cuanto a los resultados obtenidos, se encuentra que las actividades experimentales son una excelente estrategia de enseñanza, pues permite trabajar con los estudiantes habilidades procedimentales, conceptuales, además de la generación de explicaciones ante fenómenos naturales.

Palabras clave: enseñanza de las ciencias, actividades experimentales, relación teoría – práctica, construcción de explicaciones, crecimiento vegetal.

INTRODUCCIÓN

Las ciencias naturales se corresponden con el conjunto de preguntas e interrogantes que le han surgido al hombre para así intentar comprender los fenómenos naturales. En el acercamiento a dichos fenómenos, surge la educación en ciencias, buscando aproximar a los estudiantes al conocimiento científico, por tanto, la educación en ciencias en la actualidad debe estar orientada hacia procesos en los cuales los estudiantes logren comprender la importancia de las ciencias naturales. Como lo precisa Zambrano (2007) a través de las ciencias naturales se busca entender el mundo que nos rodea. Por ello, es prudente que la enseñanza de las ciencias naturales, sea comprendida en el aprendizaje de los sujetos. En consecuencia, la educación en ciencias se propone el desarrollo de una cultura científica en la sociedad.

Los avances propios en las ciencias naturales, nos invitan a pensar los procesos vivenciales, de modo tal que el estudiante comprenda las implicaciones del conocimiento y pertinencia del mismo, de esta manera se puede lograr que los estudiantes se sientan más motivados hacia el aprendizaje de las disciplinas científicas, esto dará lugar a que se comprenda en mejor medida el mundo que nos rodea.

Para lograr acercarse a estos objetivos propios de la educación en ciencias naturales, se cuentan con diversas estrategias didácticas, para este caso dentro de éstas, se traen a colación las actividades experimentales. En primera medida es necesario reafirmar que las ciencias naturales tienen un carácter ampliamente experimental, es decir, para poder llegar a la ciencia tal como la conocemos hoy, ha sido necesario en un buen número de casos valerse de la experimentación, por esta razón la educación en ciencias naturales de alguna manera debe estar orientada en este mismo sentido, esto sin llegar a asumir que la experimentación en el aula de clases es equivalente al trabajo realizado por los científicos, estableciendo así la clara diferencia entre la ciencia y la ciencia escolar.

Ahora bien, en las dos últimas décadas ha habido un debate acerca del uso de las actividades experimentales, en el que se establece que sus alcances dependen de manera importante de los objetivos que se tengan con su utilización en la enseñanza de las ciencias. En efecto, cuando se

reducen estas actividades a la verificación de relaciones conceptuales construidas en el campo de la ciencia, se considera, desde un punto de vista pedagógico, que su uso es de poca relevancia. Esto se debe a que, de acuerdo con Sandoval, Malagón y Ayala (2013), dichas actividades pueden tener alcances mucho más amplios, como permitir la construcción y comprensión de fenomenologías en estudio, y con ello la ampliación y organización de la experiencia de los sujetos, así como con la formalización de relaciones y con la concreción de supuestos conceptuales.

Aquella reducción es un problema que aflige de forma importante la actual enseñanza de las ciencias, debido a que los objetivos con los que comúnmente se plantean las actividades experimentales, se remiten meramente a la demostración y verificación de aspectos teóricos, dándonos una visión desarticulada de lo que se conoce como la relación teoría-práctica. Es así como Gil y Valdés (1996) mencionen la necesidad de reorientar las prácticas experimentales tradicionales, para que dejen de ser meras ilustraciones de los conocimientos transmitidos, y pasen a constituirse en actividades de carácter investigativo.

Quizá uno de los mayores problemas con la realización de actividades experimentales en la educación en ciencias, es la ejecución de actividades tipo recetas, las cuales suelen ser repetitivas, en el mejor de los casos, estas suelen servir únicamente como instrumentos que permitan verificar una teoría previamente aprendida.

Es necesario precisar que en este trabajo se aborda la actividad experimental vinculada al estudio de los *factores que afectan el crecimiento vegetal*. Dentro del estudio de fenómenos biológicos se destaca el crecimiento vegetal, puesto que este es un fenómeno biológico que resulta de la una suma integrada de procesos individuales de crecimiento de órganos y células, cada uno de los cuales puede ser afectado tanto por factores externos (temperatura, condiciones de luz y disponibilidad de nutrientes y agua), como internos (López, 2013). Bajo esta perspectiva, el crecimiento vegetal es un fenómeno de orden complejo que a su vez puede ser asumido como un tema estructurante dentro de la enseñanza de las ciencias.

Es posible inferir que el crecimiento vegetal se ve como un fenómeno que puede ser cercano a la cotidianidad de los estudiantes. No obstante, es poco frecuente su estudio como un todo,

puesto que, según Gómez (2006), dentro de la enseñanza de las ciencias se considera en muy poca medida el estudio de fenómenos, siendo que la generación de explicaciones a los fenómenos naturales hace parte la actividad científica. Lo anterior genera gran dificultad, pues las explicaciones que frecuentemente proporcionan los estudiantes acerca de los fenómenos, se quedan sólo en un hecho de carácter descriptivo.

Dentro de la búsqueda de antecedentes y de materiales entorno a esta temática se evidencia que suelen enseñar temas asociados al crecimiento vegetal, como es el caso de la fotosíntesis, pero no se aborda en concreto el estudio del crecimiento vegetal como un fenómeno que comprende la suma integrada de varios procesos los cuales son interdependientes.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta investigación se divide en cinco capítulos, dentro de este trabajo se desarrolla una problemática, siguiendo con la justificación donde se argumenta por qué se desarrolla el esfuerzo de esta investigación. Adjunto a ello, se empiezan a desarrollar los capítulos, los cuales están compuestos por: problemática; antecedentes; marco teórico; metodología; resultados; análisis de los resultados y conclusiones. Además de ello, se presentan referencias bibliográficas y los anexos.

JUSTIFICACIÓN

La enseñanza de las ciencias naturales busca acercar a niños de edades muy tempranas al mundo que los rodea, sin embargo, los estudiantes en sus etapas escolares generalmente tienen pocas experiencias que les ayudan a comprender las situaciones cotidianas, y a su vez los invite comprender la complejidad del mundo. Se hace muy común la idea de pensar en una

fundamentación científica que solo tenga soporte desde marcos teóricos, lo que lleva a pensar la ciencia como un simple cúmulo conceptual.

Sumado a ello, las prácticas experimentales tradicionales tienden a ser planteadas para demostrar conceptos y fórmulas de libros, en consecuencia, no permiten una construcción de conocimiento que asocie la teoría con la práctica, no se desarrollan habilidades prácticas, ni tampoco se generan actitudes correspondientes a los procesos de producción científica.

De igual manera, se concibe el aprendizaje de las ciencias, asociado a que memorice por repetición, cuando el estudiante no puede memorizarlo todo, y aunque pudiera hacerlo, esto no tendría ningún sentido; lo realmente importante es orientarlo para que desarrolle habilidades de pensamiento, que le permitan ejercer procesos de razonamiento, capacidad de análisis y de explicación a los hechos y eventos que experimenta. Esto no se puede lograr a través de un proceso de enseñanza-aprendizaje pasivo, por el contrario, existen más posibilidades de alcanzarlo exponiendo a los niños y jóvenes a experiencias que sean diferentes y cercanas a él, en últimas, experiencias de tipo significativo las cuales logren trascender dentro de la enseñanza de las ciencias.

En este sentido, con este estudio se pretende aportar desde la construcción de propuestas de enseñanza para la educación básica que involucren el abordaje de actividades experimentales que promuevan el aprendizaje de tópicos específicos y la generación de explicaciones a los fenómenos asociados al contenido teórico.

Esto, teniendo en cuenta que las actividades experimentales se están entendiendo como una estrategia capaz de propiciar la construcción de explicaciones, reconociendo que estas fomentan en los estudiantes destrezas y habilidades tanto procedimentales, como actitudinales, siendo que para este caso nos interesa resaltar la construcción de explicaciones.

En relación a las actividades experimentales, se proponen las pequeñas investigaciones, puesto que son una estrategia didáctica que busca promover en las edades escolares actitudes, habilidades y conocimientos que indudablemente le ayudarán al niño a lo largo de su formación, logrando ser generadoras de la construcción de explicaciones vinculados al fenómeno de estudio.

La propuesta aborda el estudio de un contenido propio de las ciencias naturales en la educación básica. Respecto al tópico específico se ha seleccionado el crecimiento vegetal porque este le permite al estudiante identificar a la planta como ser vivo, que posee características y procesos específicos para desarrollarse en un entorno, teniendo en cuenta que estos responden a un proceso fisiológico complejo, el cual a su vez incluye una serie de variantes igualmente complejas.

El crecimiento vegetal está determinado por factores externos e internos, en particular dentro de dichos factores internos se tiene especial influencia de las hormonas vegetales, el cual desde la enseñanza de las ciencias frecuentemente no son tomados como temáticas de clase, sino por el contrario este tiende a ser un tema enseñado en cursos de fisiología vegetal por su especificidad en cuanto al campo de conocimiento al que se recurre, sin embargo enseñado a jóvenes de bachillerato puede generar desarrollo de destrezas y actitudes más acorde con los procesos de producción científica, en los cuales existen situaciones complejas estudiadas desde la especificidad.

Igualmente se pretende que el niño reconozca el crecimiento de la planta como un fenómeno en el que está implicada la influencia de partes específicas de la planta (tejido meristemático), de modo que el estudiante pueda desarrollar habilidades (observación) y destrezas (destrezas manipulativas de semillas para su siembra, manejo de datos y medidas) que posibilitan un estudio más cercano al objeto tratando de relacionar la teoría con la práctica.

CAPITULO 1

PROBLEMÁTICA

Las ciencias naturales constituyen en gran medida un elemento fundante dentro de la sociedad puesto que según Izquierdo (1999) constituyen una manera de pensar y de actuar con el objetivo

de interpretar determinados fenómenos e intervenir en ellos mediante un conjunto de conocimientos teóricos y prácticos estructurados. Es así como en el quehacer de la ciencia la actividad experimental (principalmente de laboratorio) juega un papel bastante significativo dentro de la enseñanza de las ciencias. En esta medida desde la enseñanza de las ciencias se remite a las actividades experimentales como una herramienta didáctica capaz de promover la adquisición de una serie de procedimientos y habilidades científicas.

Malagón, Sandoval y Ayala (2013) consideran que la práctica experimental tiene que ver principalmente con la construcción y comprensión de las fenomenologías en estudio, y con ello con la ampliación y organización de la experiencia de los sujetos, así como con la formalización de relaciones y con la concreción de supuestos conceptuales. Por ende, se considera que desde el punto de vista pedagógico, la actividad experimental es poco relevante cuando se la reduce a la verificación de relaciones conceptuales construidas en el campo de la ciencia, especialmente si se tiene en cuenta su contribución a las búsquedas y posibilidades de comprensión de los estudiantes.

Problema que aqueja dentro de la enseñanza de las ciencias, puesto que se tiene que el común de las actividades experimentales se remiten a hechos meramente demostrativos y verificativos de los aspectos teóricos, dándonos una visión desarticulada dentro de lo que se conoce como la relación teórica práctica, es así como Gil y Valdés (1996) mencionan la necesidad de reorientación dentro de las practicas experimentales tradicionales buscando que estas dejen de ser meras ilustraciones de los conocimientos transmitidos y pasen a constituir actividades de carácter investigativo.

Gómez Galindo (2012) plantea como la generación de explicaciones de los fenómenos naturales hace parte de la actividad científica, pero que dentro de la enseñanza de las ciencias se considera en muy poca medida el estudio de fenómenos, lo que ocasiona gran dificultad pues frecuentemente se quedan en un carácter descriptivo, el cual no trasciende a la generación de explicaciones en torno a los mismos.

Se aborda particularmente la actividad experimental vinculada con *los factores que afectan el crecimiento vegetal*. Dentro del estudio de fenómenos biológicos se destaca el crecimiento vegetal puesto que este es un *fenómeno biológico que implica la síntesis y organización de*

nuevas moléculas a nivel celular; es la suma integrada de los procesos individuales de crecimiento de órganos y células: Cada uno de estos órganos y células, puede ser afectado por factores externos tales como la temperatura, las condiciones de luz y la disponibilidad de nutrientes y agua, así como también por factores internos” Es en esta medida como lo propone López (2013) el crecimiento vegetal es un fenómeno de orden complejo que a su vez puede ser asumido como un tema estructurante dentro de la enseñanza de las ciencias. Pese a que se encuentra el crecimiento vegetal como un fenómeno particularmente cercano a los estudiantes, pero a su vez poco frecuente su estudio como un todo, puesto que dentro de la enseñanza es así como

Por lo anterior se plantea como pregunta de investigación, *¿Cómo a partir de las prácticas experimentales se logra promover en estudiantes la construcción de explicaciones del fenómeno del crecimiento vegetal?*

CAPITULO 2

ANTECEDENTES

En cuanto a los antecedentes, se hace énfasis en una serie de estudios que tiene relación directa con el objeto de la investigación, se han organizado en tres apartados: La construcción de explicaciones a los fenómenos en la enseñanza de las ciencias (2.1); Las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias (2.2); Propuestas de enseñanza – aprendizaje sobre el crecimiento vegetal (2.3). Finalmente se presentan los aportes derivados de dichos estudios a la actual investigación.

2.1 La construcción de explicaciones a los fenómenos en la enseñanza de las ciencias.

Hernández, L. (2014) realiza un estudio titulado “Los fenómenos y sus causas. Una oportunidad para aprender a hacer ciencia y ejercitar la imaginación” tiene por objetivo que el alumnado imagine posibles causas diferentes a un mismo fenómeno, a través de la propuesta y análisis de casos de causa-efecto. En el documento expone que para poder entender un fenómeno natural por más sencillo que parezca no es una tarea simple, puesto que detrás de la explicación a cada fenómeno hay generalmente varias causas o condicionamientos que hacen posible que dichos fenómenos ocurran. Como sucede en un buen número de casos los fenómenos no suceden ni pueden interpretarse como sucesos aislados, si no por el contrario en la mayoría de casos para comprender un fenómeno se hace necesario remitirse a otros eventos.

Dentro del desarrollo metodológico, esta propuesta se presenta para el alumnado de 3º de la ESO durante el desarrollo de la unidad correspondiente al “Método Científico” del currículo de Física y Química. Su desarrollo se encuentra enmarcado dentro de una metodología la cual se ejecutó dentro de tres fases, en las cuales se buscaba fortalecer la imaginación: Fase I. Inventar (imaginar) casos de causa-efecto correlacionados cuya conclusión fuera ridícula; Fase II. Imaginar causas alternativas propuestas por el alumnado para distintos titulares y estudios; Fase III. Realización de un experimento puntual (“Coca-Cola y los caramelos Mentos”) para controlar así buscar controlar variables.

Con esta investigación se permite concluir que al realizar actividades abiertas donde el alumno debe imaginar causas distintas de un fenómeno, buscando descubrir las causas verídicas de dicho fenómeno, resulta necesario recopilar todas aquellas causas que lo produzcan y evaluarlas. El modo de la evaluación de las posibles causas resulta esencial ya que de ella se tomarán decisiones científicas, sociales o cotidianas, que influirán en nuestras vidas. Desde este punto de vista, se fomenta el sentido crítico propio de la ciencia. En este sentido este documento se pone en consideración, puesto que permite entender como el estudio de fenómenos puede proveer de ciertas habilidades poco desarrolladas dentro de la enseñanza de las ciencias como el establecimiento de interpretaciones causales, el tratamiento a problemas abiertos, que lleven al estudiante a involucrarse con el pensamiento científico.

Gómez, A. (2010) en su investigación “Construcción de explicaciones científicas escolares” tiene como objeto presentar a la explicación científica escolar como una actividad situada que se desarrolla en un contexto dinámico con la finalidad de permitir la organización y unificación del conocimiento, la comprensión de diversos fenómenos y la actuación. Dentro de su desarrollo conceptual propone que una explicación es un acto que intenta hacer algo claro, entendible o inteligible. Existen diversos tipos de explicaciones (comunes, históricas, científicas, etc.). En su elaboración influyen las circunstancias y razones por las que se producen.

Dentro de la amplia gama de explicaciones, para el contexto escolar se tienen las explicaciones integradas las cuales no se evalúan individualmente, sino que se consideran dentro de una historia narrativa o un grupo de explicaciones relacionadas, y su finalidad es aumentar la comprensión de un fenómeno en particular. Estas están asociadas a la construcción de modelos teóricos. Al apoyar la unificación de conocimiento permiten abarcar más fenómenos que pueden parecer diversos pero que se relacionan al ser explicados por un modelo.

Para la construcción de explicaciones en el aula es necesario reconocer tres aspectos determinantes: La necesidad de construir preguntas, construir las respuestas a esas preguntas partiendo de las ideas de los alumnos y buscando la integración de ideas nuevas, propiciando su organización y el establecimiento de relaciones entre éstas y los fenómenos que explican. Las explicaciones construidas deben posibilitar actuar o intervenir en el mundo y tomar decisiones. Análisis a las explicaciones construidas.

Es así como se reconoce que el proceso mediante el cual se genera la construcción de explicaciones es lento y en el a su vez confluyen muchos elementos, ya que para llegar a su consecución es necesario establecer distintos niveles de observación escalar y distintas fuentes de evidencia, para en esta medida ir regulando y también transformando el lenguaje cotidiano en lenguaje científico.

Se permite entonces con este documento generar un esquema en torno al proceso de construcción de explicaciones, entendiendo que hay diferentes tipos de explicaciones científicas que se pueden generar dentro del aula y cómo su interpretación puede ser un factor que posteriormente lleve a la generación de aprendizajes significativos para el estudiante, donde primen las explicaciones científicas.

Gómez, A., Sanmartí, N. & Pujol, Rosa (2005) en su estudio “Construcción de explicaciones causales en la escuela primaria: los seres vivos en interacción con el medio” buscan profundizar en la comprensión de los procesos mediante los que se elaboran explicaciones causales en la escuela primaria para construir el modelo científico escolar de ser vivo.

Se realizó el diseño y aplicación de una unidad didáctica dirigida a estudiantes de quinto grado de primaria, en la cual se interpretaba qué sucedía con los seres vivos durante y después de un incendio forestal. En ella, los escolares construyeron y manipularon una maqueta tridimensional del bosque mediterráneo, simulando un incendio y el proceso posterior de regeneración del bosque. Durante la simulación explicaban lo que sucedería con los seres vivos, manipulando y modificando la maqueta acorde con los argumentos propuestos por los estudiantes.

Para poder reconocer el proceso de generación de explicaciones causales, se analizaron las conversaciones utilizando tres categorías obtenidas a partir de los referentes teóricos de los tres niveles de observación escalar definidos: generalizaciones, mecanismos y constricciones.

Se encuentra como al concebir la explicación causal, la labor del docente sería ayudar a los escolares a desarrollar su comprensión de cada uno de los niveles escalares y establecer las

relaciones entre ellos. Al mismo tiempo, ir incorporando evidencias para apoyar los argumentos, siendo éstas de diferente tipo según el nivel escalar de observación en que se sitúa la conversación. Se presenta como un gran aporte puesto que la construcción de explicaciones causales o multicausales obliga a incorporar diferentes fuentes de evidencias para la construcción de los argumentos, lo que a su vez permite dar sentido a fenómenos cotidianos.

Jiménez, M. & Puig, B. (2010) en su documento “Argumentación y evaluación de explicaciones causales en ciencias: el caso de la inteligencia” realiza una conceptualización sobre la argumentación como una competencia científica la cual permite la evaluación del conocimiento y de la práctica científica escolar, en igual medida se asume que la argumentación, es entendida como evaluación del conocimiento a partir de las pruebas disponibles, las cuales pueden ejecutarse en contextos variados. Dentro de la generación de la argumentación en la enseñanza de las ciencias se plantea como uno de los más relevantes la generación de explicaciones causales, las cuales interaccionan con el uso de pruebas y el aprendizaje de las ciencias naturales. En la valoración de explicaciones causales se proponen hipótesis sobre las causas de un fenómeno en particular, se seleccionan datos, se identifican pautas y se escoge la mejor sustentada en las pruebas, este proceso debe realizar a través de la identificación de preguntas y cuestiones científicas; Explicar o predecir fenómenos aplicando el conocimiento científico y utilizar pruebas para elaborar y comunicar conclusiones y para identificar los razonamientos que las sustentan.

Se presenta un ejemplo de trabajo en clase sobre la inteligencia, el cual se encuentra orientado dentro de la pregunta: ¿Hay «razas» más inteligentes que otras? Dentro de este trabajo se les presentan a los estudiantes datos de diferentes fuentes, para así lograr que ellos las contrasten de forma tal que logre establecer si existe una relación causal entre un argumento y otros o en su defecto si un argumento puede contradecir otro.

La investigación concluye entendiendo que la argumentación es una herramienta intelectual que capacita para articular las pruebas con los datos, contribuyendo tanto a la alfabetización científica como a la educación ciudadana, el cual es en amplia medida el objetivo de la educación en ciencias naturales.

2.2 Las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias

Flores, J., Caballero, M. & Moreira, M. (2009) en su texto “El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje” recogen la realización de una amplia revisión documental general sobre la problemática de la enseñanza y aprendizaje del laboratorio en la enseñanza de las ciencias; brindar información útil para investigaciones futuras; promover la reflexión la práctica docente en el laboratorio de ciencias. Se encuentra estructurado bajo los siguientes aspectos temáticos: (a) una mirada histórica al laboratorio en la enseñanza de la Química, (b) los objetivos del trabajo de laboratorio, (c) los enfoques o estilos de enseñanza del laboratorio, (d) la efectividad del trabajo de laboratorio, (e) las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, (f) la enseñanza del laboratorio con enfoque epistemológico, y (g) la evaluación con diagramas V y mapas conceptuales.

Este artículo comprende un gran aporte a esta investigación pues logra situar un panorama donde permite establecer la problemática actual entorno a la realización de prácticas experimentales dentro de la cual entre otras se destaca el planteamiento de los objetivos de los trabajos de este tipo, pues es allí donde surgen las primeras dificultades para la realización de los mismos, puesto que los objetivos dan cuenta de las concepciones de la naturaleza de las ciencias que tenga el docente, por ende de su tipo de prácticas experimentales a realizar.

Se permite entender con este documento las dificultades que se tienen entorno a la no realización de actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias, también logra ampliar el panorama acerca de que son las actividades experimentales y cuál es su verdadero papel en la enseñanza de las ciencias.

Sandoval, S., Malagón, F., & Ayala, M., (2011) en su texto “El papel de la actividad experimental en la ordenación de cualidades y construcción de fenomenologías” una reflexión sobre el papel que juega la actividad experimental en la ordenación de algunas cualidades, en el establecimiento de escalas de medida e instrumentos de medida, así como en la construcción de lenguajes propicios para referirse a un fenómeno en particular. Esta investigación busca recoger los aportes más relevantes de la actividad experimental a la construcción de relaciones entre magnitudes que se elaboran, a la organización fenomenológica y a los procesos de producción de

generalizaciones y de teorización acerca de las fenomenologías estudiadas o de nuevas fenomenologías a estudiar. Desde estos criterios se ha propuesto una discusión acerca de los criterios pedagógicos y cognitivos desde los cuales se diseñan e implementan actividades experimentales y que influyen en la comprensión de fenómenos naturales.

2.3 Propuestas de enseñanza – aprendizaje sobre el crecimiento vegetal

Maguregi, G. (2011) en su texto “Las semillas no necesitan la luz para germinar” realiza un análisis del discurso de un grupo de estudiantes de primer curso del Grado de Educación Primaria sobre los factores necesarios para la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas. Inicialmente dentro del estudio se plantea un encuesta escrito de manera individual para conocer la opinión de los estudiantes sobre si las semillas eran seres vivos, los factores que influían en la germinación y en el desarrollo posterior. Una vez respondido este encuesta individual se formaron grupos de cuatro personas que tenían que responder al mismo encuesta. Al finalizar esta actividad, se repartió a cada estudiante un sobre con varias semillas de alubia y se les solicitó que diseñaran y realizaran una investigación (dentro del documento se entiende el trabajo práctico como una investigación) y que redactarán un informe sobre la misma. También se les pidió que en el plazo de cuatro semanas trajeran a clase el resultado de sus investigaciones: las plantas y los informes individuales.

En los objetivos de esta investigación se encuentra el análisis de variables y evidencias obtenidas en la investigación por parte de los estudiantes, para así poderle dar una justificación a las conclusiones a las que se llegan. Los resultados apuntan que, en algunas ocasiones, el alumnado tiene dificultades para aislar variables y poder investigarlas así como para movilizar e integrar distintos conocimientos científicos para obtener basar sus conclusiones. Este aspecto es de gran importancia dentro de esta investigación, puesto que propone un análisis de unos datos previos al trabajo practico y otros posterior a ellos, que es una de las determinaciones que se pueden llegar a proponer dentro del manejo metodológico, agregando algunas de las variables considerando un mayor grado de complejidad.

Márquez C., Pedreira M. (2005) en su documento “Dialogar sobre lo esencial: una propuesta de trabajo en la clase de ciencias” realizan una propuesta para favorecer la participación intelectual de los niños en el aprendizaje de las ciencias sobre la germinación y crecimiento de las judías.

Dentro de este artículo se menciona como la experiencia de la germinación de una judía, en la mayoría de ocasiones se reduce a una observación descriptiva del crecimiento de la planta, a poner nombre a sus partes, y en el mejor de los casos al registro cuantitativo de algún aspecto del crecimiento, siendo este proceso ejecutado a menudo una actividad pasiva de seguimiento de unas pautas muy marcadas, donde el papel de niños y niñas se reduce a concretar en la práctica unas instrucciones escritas por expertos, o en el peor de los casos, a limitarse a mirar como las sigue su maestro o maestra.

En el desarrollo metodológico de este documento se plantea inicialmente que cada estudiante ponga la semilla en el lugar donde crean que germinarán y crecerán mejor. También se da una tarjeta donde deben recoger la información siguiente: ¿Dónde he puesto las judías? ¿Cómo las he puesto? ¿Qué he hecho? El día acordado todos los alumnos y alumnas traen sus judías a clase. La primera impresión y sorpresa de los niños y niñas es la gran diversidad de resultados obtenidos. Junto a plantas altas, verdes y con muchas hojas plantadas en un tiesto con tierra abonada, encontramos otras plantas menudas, de un verde impreciso en un bote lleno de algodones de colores, o semillas de color negro y olor desagradable.

García, R. (2013) en el artículo “La construcción de un modelo científico escolar del crecimiento de las plantas en relación con la transformación de energía mediante una intervención didáctica” el autor busca con en este documento construir, fundamentar y evaluar una estrategia didáctica basada en la modelización, que permita a los estudiantes de primer grado de secundaria la construcción de un modelo científico escolar de la fotosíntesis, utilizando como punto de referencia el crecimiento de las plantas, con el fin de que amplíen el modelo cognitivo que de ésta tienen.

Dentro de ésta investigación se encuentra que los estudiantes en distintos niveles educativos (en primaria e incluso en el nivel universitario) no identifican el crecimiento de las plantas como consecuencia de una transformación energética; por el contrario tienen ideas como que << “El

suelo no tiene nada que ver con el crecimiento de la planta”, “Las raíces absorben el suelo” y “Las plantas comen minerales”.>>

Siendo que son amplios los problemas de aprendizaje y enseñanza del crecimiento en las plantas pues este implica amplios aspectos teóricos dentro de la nutrición y fotosíntesis, esta importante problemática no es frecuentemente reportada en la literatura revisada trabajos que hayan logrado un gran éxito en el aprendizaje de la fotosíntesis como proceso de transformación de energía.

En este estudio se trabajó con estudiantes de primer grado de secundaria pública del distrito federal de México, dentro de los resultados parciales se obtuvo que los estudiantes obteniendo como resultado que los estudiantes consideran que los requerimientos de las plantas son agua, aire, suelo y luz solar. Consideran que la energía es una propiedad de la planta que utiliza para alimentarse; además de que creen que el agua es esencial para las plantas, pero no está relacionada directamente con el crecimiento.

A pesar de que esta investigación no se encuentra en su estado final se destaca como importante la revisión acerca de algunas ideas que presentan los estudiantes acerca de cómo crecen las plantas y si este proceso tiene algún tipo de relación con los procesos energéticos propios de las plantas, dentro de dichas ideas el autor se encuentra con ideas recurrentes las cuales para los propósitos de este trabajo se hacen bastante determinante reconocer.

Finalmente, se destacan como aportes de los estudios anteriores a la presente investigación las siguientes ideas y aportes de:

Márquez C., Pedreira M. (2005) se presenta como un aporte puesto que recoge un planteamiento dentro de su propuesta didáctica la cual puede ser analizada mucho más a fondo, a pesar de que está orientada a un nivel de escolaridad inferior algunas de las ideas que refieren los niños en este estudio suelen ser persistentes en los niveles superiores, dentro de esta investigación se encuentra como la experimentación (para este caso particular una experiencia) contrasta y las ideas de los estudiantes orientando lo que sería un proceso de cambio conceptual.

Maguregi, G. (2011) recoge un planteamiento dentro de su propuesta didáctica la cual puede ser analizada mucho más a fondo, a pesar de que está orientada a un nivel de escolaridad inferior

algunas de las ideas que refieren los niños en este estudio suelen ser persistentes en los niveles superiores, dentro de esta investigación se encuentra como la experimentación (para este caso particular una experiencia) contrasta y las ideas de los estudiantes orientando lo que sería un proceso de cambio conceptual.

Se encuentra como al concebir la explicación causal, la labor del docente sería ayudar a los escolares a desarrollar su comprensión de cada uno de los niveles escalares y establecer las relaciones entre ellos. Al mismo tiempo, ir incorporando evidencias para apoyar los argumentos, siendo éstas de diferente tipo según el nivel escalar de observación en que se sitúa la conversación. Se presenta como un gran aporte puesto que la construcción de explicaciones causales o multicausales obliga a incorporar diferentes fuentes de evidencias para la construcción de los argumentos, lo que a su vez permite dar sentido a fenómenos cotidianos.

El documento de *Sandoval, S., Malagón, F., & Ayala, M., (2011)* es un buen referente para esta investigación puesto que logra vincular la relación existente entre el manejo de variables y la teorización entorno a un campo fenomenológico que es uno de los aspectos que se desarrollará dentro del manejo metodológico de esta investigación.

Se destaca entonces, como los anteriores antecedentes contribuyen al desarrollo y construcción de la propuesta.

CAPITULO 3

MARCO TEÓRICO

Los referentes teóricos del presente estudio abordan los siguientes aspectos: las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias (3.1); El papel de las actividades experimentales en la enseñanza de biología (3.2); Tipos de actividades experimentales (3.3); Construcción de las explicaciones en la enseñanza de las ciencias (3.4); El crecimiento vegetal (3.5); Enseñanza del crecimiento vegetal en los libros de texto escolar (3.6).

3.1 Las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias.

El desarrollo de la producción científica históricamente ha estado muy asociada al desarrollo de modelos teórico – empíricos, dándole a la ciencia una naturaleza de carácter experimental, es así como igualmente dentro de la enseñanza de las ciencias se ha buscado darle un carácter práctico a la enseñanza, puesto que tradicionalmente se ha mantenido el consenso de una enseñanza de las ciencias naturales ampliamente vinculada a la experimentación, ahora bien, en las dos últimas décadas ha habido un debate acerca de las actividades experimentales, puesto que se establece que estas están orientados bajo los objetivos que tenga su utilización en la enseñanza, dado a que estos están sujetos en primera instancia a la visión que tiene el docente, acerca de cómo deben realizarse las actividades experimentales.

Se entiende la actividad experimental como una estrategia de enseñanza-aprendizaje que dependiendo cómo se realicen da cuenta de una visión de ciencia. Frecuentemente como se desarrollan en las instituciones educativas refleja una visión deformada de la ciencia, una imagen de ciencia que como aseveran Furió, Payá y Valdés (2005) desconoce su naturaleza social y, en consecuencia, que no tiene en cuenta la multiplicidad de facetas que caracterizan dicho trabajo, ni tampoco otras formas de contrastar conceptos y teorías diferentes al experimento. Esta deformada imagen de ciencia modifica también el desarrollo de las prácticas experimentales, transformando así la experimentación en una simple “receta”, que solo hace énfasis en la realización de mediciones y cálculos, dejando de lado muchos de los aspectos fundamentales para la construcción de conocimientos científicos que pudiesen ser reflejados a través de las actividades experimentales.

Esta visión empobrecida de las ciencias se hace particularmente innegable con la realización de las prácticas experimentales donde es habitual la observación o modelación de algún tipo de fenómeno para posteriormente comprobar o verificar un concepto teórico, aspecto que como Carrascosa, *et al* (2008) pone en juego bajo la concepción empírico inductivista de la ciencia, así como otras prácticas igualmente contraproducentes; en efecto, generalmente no se plantean nuevos esquemas experimentales ni mucho menos se cuestionan los diseños a trabajar (lo que contribuye a una visión aproblemática de la ciencia), ni tampoco se rivaliza su interés y/o relevancia social (visión descontextualizada, socialmente neutra), ni se promueve una posible formulación de hipótesis que pudiesen ser sometidas a prueba mediante diseños propuesto a medida de las necesidades contextuales, sino por el contrario se siguen recetas propias de guías establecidas previamente por los libros de texto, lo que contribuye a una visión rígida, algorítmica y cerrada de la ciencia, faltando incluso un análisis crítico a los posibles resultados obtenidos con la realización de actividades experimentales.

Reconociendo así que es la visión que se tenga ante la ciencia la que en cierta medida se ve traducida en los objetivos de las actividades experimentales en el aula o su no realización, es claro que se tienen diversas posturas frente a la experimentación en el aula. En esta medida la visión del docente sobre las actividades experimentales le va a permitir proponerse los objetivos para las actividades experimentales, para conocer dichos objetivos se hace necesario remitirse al estudio de Flores *et al* (2009) el cual realiza una amplia revisión de las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales.

La tabla 1 describe los objetivos propuestos en la realización de las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales a partir de la propuesta realizada por Flores (2009).

Autor (es)	Objetivos
Barberá y Valdés, 1996 (hasta mediados de los 90 se consideraba)	(a) generar motivación, (b) comprobar teorías (c) desarrollar destrezas cognitivas de alto nivel
Kirschner (1992)	(a) desarrollar destrezas específicas a través de ejercicios (b) aprender el “enfoque académico” a través de los trabajos prácticos como investigaciones, de modo que el estudiante se involucre en la resolución de problemas como lo hace un científico (c) tener experiencias con fenómenos.
Hodson (1994)	(a) aprender ciencia (el cuerpo de conocimientos teóricos/conceptuales de la ciencia) (b) aprender sobre la naturaleza de la ciencia (sus métodos e interacción con la sociedad). (c) aprender a hacer ciencia (práctica idiosincrásica y holística de la actividad investigativa como integradora de conocimientos teóricos y metodológicos para resolver problemas).
Woolnough y Allsop (citados en Barberá y Valdés, 1996)	(a) desarrollar técnicas y destrezas prácticas a través de <i>ejercicios</i> . (b) tomar conciencia de fenómenos naturales a través de <i>experiencias</i> . (c) resolver problemas científicos en actividades abiertas a través de <i>investigaciones</i> . Esta clasificación permite planificar actividades específicas de laboratorio de acuerdo con los objetivos que se pretendan lograr, considerando el nivel de complejidad cognitiva requerida y/o deseada Aunque
Barberá y Valdés (1996)	(a) proporcionar experiencia directa sobre fenómenos (b) permitir contrastar la abstracción científica ya establecida con la realidad que pretende describir (c) desarrollar competencias técnicas (d) desarrollar el razonamiento práctico.
Séré (2002a, 2002b)	(a) el conocimiento conceptual/teórico debe estar presente en todo el trabajo de laboratorio y su efectividad está en aplicarlo, por lo que es necesario comenzar a ver <i>la teoría al servicio e la práctica</i> y no al revés, como se ha venido haciendo. (b) los métodos, procedimientos y destrezas no deben ser un pretexto para enseñar conocimiento teórico; más bien, el conocimiento procedimental se debe usar como herramienta para generar <i>autonomía</i> en trabajos abiertos y proyectos. (c) el logro de objetivos epistemológicos para el desarrollo de una visión

	adecuada de la ciencia requiere contextos particulares y una acción interdisciplinaria.
Caamaño (2005)	(a) función ilustrativa de los conceptos (b) función interpretativa de las experiencias (c) función de aprendizaje de métodos y técnicas de laboratorio, (d) función investigativa teórica relacionada con la resolución de problemas teóricos y construcción de modelos (e) función investigativa práctica relacionada con la resolución de problemas prácticos.

Tabla 1. Recopilación de los objetivos de las actividades experimentales a partir de Flores *et al.* (2009)

Tiempo en cuenta la forma como están establecidos los objetivos propuestos por las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales, es claro que estos no cumplen la misma función que los experimentos propios de las ciencias experimentales, es así como Izquierdo *et al* (1999) refiere que las prácticas escolares no pueden cumplir la misma función que los experimentos científicos, puesto que las metas de ambas actividades son diferentes. La finalidad de las prácticas, desde el punto de vista del profesor, es la de la ciencia escolar en su conjunto: contribuir a que los alumnos consigan elaborar explicaciones teóricas de los hechos del mundo y sean capaces de actuar responsablemente con criterios científicos. Por ello, el objetivo final es transformar lo práctico en teórico.

Por otro lado diversos autores Bonilla *et al.*, 1994; Calixto, 1996; Candela, 1993; León y Venegas, 1993, encuentran que es ampliamente recurrente la no realización de actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias, puesto que en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales no se suelen considerar las actividades experimentales como algo relevante para la construcción del conocimiento científico. Debido a diversos factores, dentro de los que se destacan: La falta de una metodología didáctica que conjugue teoría y práctica de una manera eficaz y coherente; la falta de formación que tienen los docentes en el diseño de actividades experimentales; Contar con recursos insuficientes o inexistentes para la realización de actividades experimentales, las cuales se suelen considerar como costosas, etc.

3.2 El papel de las actividades experimentales en la enseñanza de biología

Como se ha venido mencionando con anterioridad, la actividad experimental es una de las estrategias didácticas que mayor relevancia tiene dentro de la enseñanza de las ciencias, pero estas a su vez tienen un enfoque particular dentro de la enseñanza de la biología.

Como lo proponen Correa y Valbuena (2012) dentro de una revisión documental en torno a las tendencias de los trabajos prácticos en la enseñanza de la biología se entiende mayoritariamente que son una estrategia didáctica dentro enseñanza de la biología, en tanto, que estas permiten el estudio de los fenómenos biológicos (a diferentes niveles, morfología, estructura, funcionamiento, entre otros), en igual medida, implican la exploración de entornos naturales abordando fenómenos.

Dentro de esta misma revisión (Correa y Valbuena, 2012) se establece relación existente con la imagen de la práctica que se evidencia en las actividades experimentales de las publicaciones revisadas: una *tendencia mayoritaria* en considerar las prácticas como alternativa a aspectos específicos en el plano de enseñanza-aprendizaje (descansar del trabajo tradicional, el estudio de fenómenos biológicos a nivel macroscópico y microscópico, posibilitar la enseñanza desde un punto de vista multidisciplinar, la aclaración de ideas erróneas, representar conceptos abstractos, hacer más significativo el aprendizaje, entre otros). Una *tendencia intermedia* en las que se considera la práctica como estrategia de aproximación a la investigación. Sin tener en cuenta que esta debiese ser una imagen que prevaleciera sobre otras. Aquellas relacionadas con una imagen como estrategia de enseñanza vivencial y como una estrategia de enseñanza afectiva se encuentran en las *tendencias minoritarias*.

Es así como se entienden las actividades experimentales en la enseñanza de la biología como un componente fundamental (y en algunos casos determinante) en la enseñanza de la biología, que desde otras perspectivas sería difícil comprender.

A pesar de las posibilidades que tienen la actividades experimentales en biología es muy recurrente la no realización de las mismas, puesto que se encuentran entre otras algunas dificultades como que el docente de ciencias naturales no cuente con la formación idónea para la realización de las mismas; la falta de materiales y equipos en las instituciones educativas; el

dilema ético en algunas ocasiones donde se experimenta con seres vivos; la dependencia al libro de texto, la cual tiende a centrarse exclusivamente a los contenidos teóricos, las anteriores dificultades, son el reflejo de la tan cuestionada enseñanza tradicional de las ciencias.

Las actividades experimentales en biología contribuyen ampliamente al logro de aprendizaje significativo en los estudiantes de educación básica, puesto que estas permiten confrontar ampliamente la teoría (sin hablar de que se pone la práctica exclusivamente al servicio de la teoría), siendo posible por ejemplo, entender aspectos de orden complejo característicos de la biología, como el entendimiento de temáticas fundantes, el caso de las leyes de Mendel, la teoría celular o la teoría cromosómica de la herencia.

Las anteriores teorías se corresponden con ejemplos en los cuales la biología requería una base más allá de la teoría, es decir de la experimentación, pero si bien este es un hecho palpable, se encuentra que son infrecuentes la realización de actividades experimentales en la biología por razones como: que en ocasiones los experimentos en biología se enfrentan con una cuestión ética por el trabajo con seres vivos, falta de recursos para realizar actividades experimentales, el docente ve innecesaria la utilización de algún tipo de actividades experimentales, la falta de conocimiento y formación frente al cómo utilizar este tipo de recursos en la enseñanza de la biología y los posibles beneficios que ello pueda traer tanto para la enseñanza como el aprendizaje de las ciencias naturales y en este caso en particular dentro de la biología. Siendo así como en muchos casos se asume la enseñanza de la biología desde una visión estrictamente teórica, como si se entendiese la biología como una ciencia “aexperimental”, cosa que es ciertamente imposible, siendo que las ciencias naturales son también categorizadas como ciencias experimentales.

3.3 Tipos de actividades experimentales

Hay un gran consenso sobre la importancia del trabajo experimental en la enseñanza de las ciencias, lo que no significa que no ha habido un debate sobre cuáles deben ser los objetivos fundamentales de las actividades prácticas experimentales. Diversos autores (Woolnough y Allsop, 1985; Hodson, 1994; Corominas y Lozano, 1994; Gott y Duggan, 1995; Leite, 2001;

Izquierdo, Sanmartí y Espinet, 1999; Sanmartí, Márquez y García, 2002; Millar, Le Maréchal y Tiberghien, 1999; Caamaño, 2003) han dado cuenta de la diversidad de finalidades con que se utilizan los trabajos prácticos en las clases de ciencias y han propuesto algún tipo de esquema clasificatorio en relación a los diferentes objetivos que pretenden.

Como se mencionaba con anterioridad el trabajo práctico puede concebirse en función de los objetivos que para la realización del mismo se propongan, es así como diferentes autores establecen diferentes categorías de las mismas, para este caso comparto la categorización propuesta por Caamaño (2005) donde se proponen la siguiente clasificación:

Las **experiencias** juegan un papel destacado en el conocimiento perceptivo de los fenómenos (experiencias perceptivas) y presentan un interés mayor si se les complementa con demandas interpretativas de los fenómenos observados (experiencias interpretativas), con finalidades exploratorias sobre las ideas de los estudiantes.

Los **experimentos** ilustrativos son útiles para aportar evidencia experimental en la formación de determinados conceptos, y en la ilustración de leyes o principios. También aquí es importante promover la curiosidad por lo que ocurrirá previamente a su realización e implicar a los estudiantes en la interpretación de los fenómenos mostrados. Si el énfasis se pone en el aspecto interpretativo, más que en el ilustrativo, no hay gran diferencia entre experiencias interpretativas y experimentos ilustrativos, a no ser el carácter más frecuentemente cualitativo de las primeras. Ambos también pueden ser utilizados a modo de demostración por el profesor y discutidos e interpretados con todo el grupo clase.

Los **ejercicios prácticos** se utilizan para aprender determinadas habilidades prácticas y procesos (ejercicios procedimentales) o para comprobar experimentalmente relaciones entre variables, ya conocidas a nivel teórico (ejercicios ilustrativos o corroborativos).

Las **investigaciones** sirven para aprender a planificar y desarrollar pequeñas investigaciones (investigaciones para resolver problemas teóricos) o de problemas prácticos (investigaciones para resolver problemas prácticos).

Es claro como los objetivos de los trabajos prácticos establecen verdaderas diferencias en torno a cómo se desarrollan los trabajos prácticos en la enseñanza de las ciencias, se hace importante destacar que no se puede generalizar en ningún modo asumiendo toda práctica como igual.

El desarrollo de las prácticas experimentales a través del enfoque investigativo, permite sin duda invitar al estudiante a superar la tan marcada visión simplista de la ciencia, buscando que este reconozca las ciencias como un constructo social en el que él en cierta medida puede ser participe.

Regularmente la investigación no ha sido abordada en la escuela como una estrategia de enseñanza- aprendizaje que pueda lograr superar el rezago de la tan conocida enseñanza tradicional donde el profesorado es el centro del proceso docente, a través de demostraciones o clases magistrales en las que el estudiante está situado bajo una rol bastante discreto; por el contrario las prácticas experimentales como investigación buscan articular de forma eficaz conocimiento escolar y sus relaciones con el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico.

Como lo propone Gil y Valdez (1996) para poder pensar en que una práctica de laboratorio pretenda aproximarse a una investigación ha de dejar de ser un trabajo exclusivamente experimental e integrar muchos otros aspectos de la actividad científica igualmente esenciales; puesto que es ya conocido que las típicas metodologías utilizadas en las prácticas experimentales avocan a seguir replicando las mismas actividades experimentales. Es claro que si se quiere avanzar realmente en la transformación de las prácticas de laboratorio, es necesario analizar cuidadosamente las, propuestas concretas, llevarlas al aula y contrastar su validez.

Es así como para el desarrollo metodológico de esta propuesta se pretende un abordaje desde el enfoque de la pequeña investigación, a través de la generación de una pregunta problema, que lleve a la generación de hipótesis con la utilización de procedimientos específicos como la manipulación de variables la toma de datos sistemática y análisis de los mismos puede comprobar sus planteamientos iniciales, es decir la comprobación de hipótesis, estos procesos se consolidan en la comunicación de los resultados. Cabe aclarar que los objetivos de este trabajo

van más allá de la obtención de un valor cuantitativo, si no que por el contrario, se busca que la resolución de problemas sirva como medio para resolver un problema teórico concreto.

El hecho de remitirse a la pequeña investigación como un principal base metodológica no necesariamente va a significar dejar de lado otro tipo de actividades prácticas que igualmente pueden ser significativas en la realización de cualquier práctica por lo que se propone igualmente la inclusión de algunas características de las prácticas de tipo experiencias e igualmente de los ejercicios prácticos, los cuales respectivamente facilitarían la comprensión de fenómenos y el desarrollo de habilidades procedimentales.

Desde este punto de vista, una práctica de laboratorio que intente acercarse al desarrollo metodológico de una pequeña investigación, ha de dejar de ser un constructo meramente de tipo experimental para buscar integrar muchos otros aspectos de la actividad científica igualmente esenciales para la enseñanza de las ciencias.

3.4 Construcción de las explicaciones en la enseñanza de las ciencias

Uno de los objetivos de la enseñanza de las ciencias se encuentra en generar un proceso de alfabetización científica entre la población escolar, que según Del Castillo y Manzanares (2006) debe ser entendida como un proceso *investigación orientada que, superando el reduccionismo conceptual permita a los alumnos participar en la aventura científica de enfrentarse a problemas relevantes y (re)construir los conocimientos científicos, que habitualmente la enseñanza transmite ya elaborados, lo que favorece el aprendizaje más eficiente y significativo (p.3).*

Para situar el término explicar/explicaciones se hace necesario remitirse al uso cotidiano del concepto, según la RAE: se remite a manifestar, dar a conocer, exponer cualquier materia, doctrina o texto difícil, con palabras muy claras para hacerlos más perceptibles, justificar, dar a conocer la causa o motivo de algo, llegar a comprender la razón de algo, darse cuenta de ello. Es así como el uso cotidiano del concepto de ‘explicar’, que suelen proponer los diccionarios, parece estar vinculado a los procesos de comunicación y enseñanza, a la “transmisión” de un

saber (sea este científico o no) a terceros, y a la comprensión por parte de ellos de tal saber “recibido”.

Desde un análisis epistemológico, en cambio, hablar de ‘explicación’ remite a preguntas vinculadas con la descripción, la significación o las condiciones de uso, y las causas, motivos y razones. Eder y Adúriz (2008).

En esta medida la construcción explicaciones en la enseñanza de las ciencias se encuentra estrechamente ligada a la alfabetización científica, puesto que uno de los objetivos se encuentran ampliamente vinculados entre sí, puesto que una de las finalidades de la construcción de explicaciones escolares es que los alumnos organicen e integren el conocimiento, permitiéndoles acrecentar la comprensión de un fenómeno. (Norris *et al.* 2005).

Se comprende entonces la construcción de explicaciones en las ciencias naturales como un proceso complejo que implica la comprensión teórica de un tema o concepto los cuales toman sentido, cuando dichos conceptos permiten dar explicación a un fenómeno, teniendo en cuenta que la construcción de explicaciones o de modelos teóricos está determinada por el tipo de actividades que se realicen las cuales pueden ser de tipo experimental, teórico, multicausales, argumentativas entre otras.

Asumiendo la postura de Gómez (2009) al hablar aquí de construcción de explicaciones escolares, se entiende que éstas tienen una finalidad, están ligadas a las prácticas y, por tanto, ligadas a situaciones específicas. Sin embargo, ello no implica que el nivel de generalización de las mismas tenga que ser bajo. Puesto que para entender lo que es una explicación científica escolar, se hace necesario remitirse nuevamente a las ideas de Stephen Norris *et al.* (2005). Donde se entiende una explicación como un acto que intenta hacer algo claro, entendible o inteligible, y que a su vez existen diversos tipos de explicaciones (comunes, históricas, científicas, etc.). En su elaboración influyen las circunstancias y razones por las que se producen, buscando todas ellas resolver un problema, enigma o dificultad concreta.

La construcción de explicaciones no supone un trabajo desligado en el aula, por el contrario se busca propiciar espacios en el aula de clase donde se logre articular el saber teórico - disciplinar en función del conocimiento de un fenómeno.

3.4.1 La construcción de explicaciones en las pequeñas investigaciones

Dentro de este trabajo se propone la realización de pequeñas investigaciones dirigidas, para pensar en propiciar el proceso de construcción de explicaciones en la enseñanza de las ciencias naturales, el cual representa una estrategia capaz de facilitar procesos que busquen acercarnos un poco a la naturaleza de la disciplina científica.

En el marco de la realización de las pequeñas investigaciones en la enseñanza de las ciencias se permite vincular un buen número de estrategias didácticas, para este caso la pequeña investigación está basada en el aprendizaje basado en problemas, donde el eje central es una problemática que de una u otra manera puede ser cercana para los estudiantes, por lo que esta se propone como una clara alternativa a la ejecución de las actividades experimentales de corte exclusivamente tradicional.

En el contexto escolar, se permite que a través de las pequeñas investigaciones dirigidas logre acercarse a la construcción de las explicaciones integradas (explicaciones predictivas, explicaciones científicas escolares, explicaciones causales, etc.), las cuales a su vez están asociadas a la construcción de modelos teóricos. En este sentido, la generación de explicaciones se traduce en una unificación de conocimiento que permite abarcar más fenómenos que pueden parecer diversos, pero que en últimas, se relacionan al ser explicados por un modelo teórico (Solsona, 1999). Apoyándonos en la realización de pequeñas investigaciones dirigidas, se encuentra en ellas una estrategia que puede llevar a un acercamiento a la generación de explicaciones científicas, el cual se corresponde en gran medida con los objetivos propuestos dentro de este trabajo.

Para lograr vincular los procesos de enseñanza a partir de las pequeñas investigaciones se hace necesaria entonces la articulación de estas con situaciones problemas, de forma tal que no se está desestimando las potencialidades que pueden ofrecer otro tipo de estrategias, pero para este caso, si logran ser las más acordes para acercarnos a la generación de explicaciones al fenómeno del crecimiento vegetal.

3.5 El crecimiento vegetal

López (2013) define el crecimiento de una planta, como la suma integrada de los procesos individuales de crecimiento de órganos y células: Cada uno de estos órganos y células, puede ser afectado por factores externos tales como la temperatura, las condiciones de luz y la disponibilidad de nutrientes y agua, así como también por factores internos. Este crecimiento se define como un aumento irreversible en el tamaño, volumen o incremento en el número de células, esto se traduce en que el alargamiento o la expansión celular son consecuencia del crecimiento el cual no discrimina dirección en el espacio, pero que tiene dos direcciones fundamentales bien marcadas: El crecimiento primario o en longitud, radicado en los meristemos apicales y crecimiento secundario o en grosor, ubicado en los meristemos laterales.

Apoyándonos nuevamente en López (2013) el crecimiento vegetal forma parte de los procesos fisiológicos de la planta (Crecimiento, diferenciación celular, muerte celular), el crecimiento es consecuencia de la expresión secuencial de un programa detallado, codificado en la secuencia de bases del ADN, en gran medida este programa está dado por las interacciones con las variables ambientales a las cuales se ha desarrollado la planta durante muchos siglos (La temperatura, el fotoperiodo, la calidad y cantidad de luz, la gravedad, la accesibilidad al agua, y la influencia de los vientos), de modo que el crecimiento es un proceso evolutivo que se manifiesta en las plantas cuando se presentan las condiciones ideales, el crecimiento se traduce como un aumento de tamaño que implica la síntesis y organización de nuevas moléculas a nivel celular y a nivel del órgano, es un proceso irreversible que involucra el desarrollo de cada órgano y célula que compone la planta.

El crecimiento es entonces un proceso irreversible que se da con el cambio cuantitativo del tamaño, forma que implica una diferenciación de tejidos internamente. La irreversibilidad del proceso está asegurada por una nueva ganancia de rigidez de la pared celular. La elongación celular está regulada por diversos factores, entre los que se incluyen algunas hormonas vegetales. Muy posiblemente, el factor determinante del proceso es la activación de las expansinas,

proteínas presentes en las paredes celulares de los órganos en crecimiento (Segura, 2013, p.352). Es este punto cabe clarificar un poco el hecho de que existen diferencias al referirse a los conceptos de crecimiento y desarrollo.

El desarrollo comprende dos procesos básicos: crecimiento y diferenciación. El término crecimiento denota los cambios cuantitativos que tienen lugar durante el desarrollo, mientras que diferenciación se refiere a los cambios cualitativos. El término desarrollo se considera sinónimo de morfogénesis. El desarrollo (o morfogénesis) puede definirse, por tanto, como el conjunto de cambios graduales y progresivos en tamaño (crecimiento), estructura y función (diferenciación) que hace posible la transformación de un cigoto en una planta completa. Esta definición también es aplicable al desarrollo de un órgano, de un tejido, o incluso de una célula. (Segura, 2013, p.351)

En estos términos, la diferenciación es la adquisición gradual de diferentes rasgos tanto estructurales como funciones, esto se debe por la reproducción celular uniforme y no especializada en los meristemas, este proceso conocido como morfogénesis se desarrollan los rasgos anatómicos del organismo, en este proceso se desarrollan los órganos externos como las hojas y el tallo. El proceso de crecimiento, la división celular, la morfogénesis y la diferenciación, constituyen la evolución de la planta.

El crecimiento, por sí mismo, no produce un cuerpo organizado. Para que este cuerpo se desarrolle es necesario que las células se especialicen y lleguen a ser estructural y funcionalmente diferentes. El conjunto de cambios que hacen posible la especialización celular se denomina diferenciación. Básicamente, la diferenciación celular depende de la expresión diferencial del material genético. Las células diferenciadas retienen, por tanto, toda la información necesaria para regenerar una planta completa, es decir, son totipotentes, una propiedad muy poco frecuente en las células animales. (Segura, 2013, p.353)

El crecimiento vegetal no se puede considerar como un proceso uniforme en todas las etapas de la planta por lo que se ponen en consideración el crecimiento a partir de la semilla, y el crecimiento de la planta adulta:

3.5.1 Crecimiento a partir de la semilla

Germinación: La aparición de las semillas en las plantas es el producto de una estrategia reproductiva que busca garantizar en amplia medida su éxito reproductivo. Es el óvulo fecundado, transformado y maduro. Constituye el órgano de dispersión y perpetuación de las angiospermas y representa la culminación de la evolución reproductiva de las plantas. Ésta se forma mediante la embriogénesis cigótica, que comprende los cambios morfológicos, estructurales y de expresión génica que tienen lugar desde la formación del cigoto hasta el final del desarrollo y la maduración del embrión. (Courtis, s.f)

En términos generales, las semillas están formadas por tres estructuras: un embrión, una cubierta seminal (que deriva de los tegumentos del óvulo) y una reserva alimenticia esto hace que la composición genética sea compleja.

El embrión es el producto de una serie de pasos y divisiones celulares en planos definidos pasando por una serie de estadios reconocibles y conocidos como globular, corazón y torpedo debido a sus formas. A medida que el embrión se va desarrollando los cotiledones se expanden y varios cambios fisiológicos se van produciendo de manera de permitir al embrión ingresar al estado de dormancia y obtener tolerancia a la falta de agua. El desarrollo de los cotiledones con el embrión está determinado por el tipo de especie. Una de las diferencias más marcada es que los embriones de monocotiledóneas desarrollan solo un cotiledón, mientras que aquellos de las eudicotiledóneas típicamente contienen dos. El embrión en desarrollo es alimentado por el endosperma que lo circunda. (Courtis, s.f)

La semilla contiene un embrión en etapa de desarrollo suspendido, es decir se encuentra latente, a la espera de la “activación” del proceso de crecimiento; es este sentido, la germinación se considera como la reanudación del crecimiento, el cual es un proceso gobernado por una serie de factores tanto ambientales como genéticos. Dentro de los factores ambientales se considera por ejemplo número de horas de luz, disponibilidad de agua, temperatura del suelo donde se va a plantar la semilla, los niveles de oxígeno. Para el caso del agua, el cual es uno de los factores ampliamente determinantes para iniciar el proceso de germinación, puesto que esta es necesaria para romper la cubierta de la semilla, la cual a su vez provoca que llegue mayor cantidad de oxígeno al embrión para permitir el metabolismo aerobio. Las células de la raíz generalmente

son activadas en primer lugar, después ocurre el proceso de división celular y elongación y por último la raíz rompe a través de la cubierta de la semilla. Proceso con el cual termina la germinación. (Martínez, 2004)

Crecimiento primario: La división celular incrementa la capacidad para crecimiento, pero sólo la mitad de las células hijas experimentan alargamiento. La absorción de agua provoca alargamiento de la célula; cuando la célula vegetal se alarga, la pared celular se engrosa por el depósito de polisacáridos. La expresión selectiva de genes da como resultado la diferenciación de las células hijas y determina la especificidad del crecimiento subsecuente. Las células descendientes se dividen de acuerdo con los planes prescritos (por los genes) y se expanden en direcciones específicas --> partes de la planta con formas y funciones específicas (ej. formación de hoja) Las hormonas vegetales son producidas

3.5.2 Crecimiento en plantas adultas

a) *Meristemos apicales:* el tejido meristemático es el tejido vegetal indiferenciado a partir del cual se forman nuevas células, el meristemo apical (situado en el ápice de la raíz o del tallo), llamado también meristema primario o tejido meristemático primario (protodermis, procámbium y meristema fundamental).

b) *Formación lateral de la raíz:* La raíz lateral se desarrolló a partir del periciclo; las células se dividen, forman una masa que se alarga y empuja a través de la corteza de la raíz. • El cilindro vascular de la raíz lateral retiene la conexión con cilindro vascular central de la raíz primaria (esto ocurre en el ápice de la raíz de las dicotiledóneas).

c) *Crecimiento secundario:* Ocurre durante la segunda estación de crecimiento y en las sucesivas estaciones de todas las gimnospermas, en la mayoría de las dicotiledóneas y raramente en las monocotiledóneas. El crecimiento secundario se origina en el cambium vascular y cambium de corcho (felógeno), o sea, en los meristemos laterales.

Cambium vascular

Cambium vascular = células de parénquima que retienen la habilidad para dividirse; una o pocas células delgadas; cada estación de crecimiento las células del cambium vascular se dividen --> una célula hija se diferencia, la otra permanece meristemática. - El xilema forma una cara interna de células del cambium vascular; el floema forma una cara externa; en la primavera las células del xilema tienen diámetros relativamente grandes y paredes delgadas, comparadas con el xilema producido después (en el verano) que son leñosas; esta alternación de capas forman los anillos anuales de crecimiento de los árboles. - Madera = traqueidas y elementos de vasos y fibras

Cambium

Durante el crecimiento secundario, la epidermis del crecimiento primario se divide, se seca y se cae del tallo. Las células en la corteza externa (el lado de afuera del floema secundario) se convierte en meristemático y se divide para formar células de corcho en el perímetro externo; las células de corcho depositan material ceroso (suberina) en sus paredes celulares y entonces mueren. El corcho son capas de células muertas.

3.6 Los factores que afectan el crecimiento vegetal como el producto de la relación suelo-planta-clima

El crecimiento vegetal depende de los factores inherentes al ecosistema en el cual crecen las plantas. Existen factores no sólo relacionados con los requerimientos externos de la planta (por ejemplo el suelo), sino también factores relacionados con la fisiología y el metabolismo de la misma. Reconociendo el clima dentro de estos factores, se constituye así lo que se conoce como sistema suelo-planta-clima. Dentro de este sistema generalmente los factores no actúan en forma individual, sino que la variación de un factor interviene de forma directa o indirecta sobre otro, por ejemplo el factor suelo creará variaciones en otro factor del mismo tipo o de un tipo diferente, encontrando así una interacción entre los factores que afectarán el crecimiento y el rendimiento de la planta, bien sea de forma positiva o negativa.

Para poder obtener un óptimo crecimiento vegetal se necesita una combinación de los factores de suelo, planta y clima en forma óptima, y el factor más limitante será el que más afecte el

crecimiento vegetal. Según Casanova (2005, p. 259) Este principio ha sido denominado “ley de mínimo”, el cual se puede enunciar en la siguiente forma: “el nivel de producción de un cultivo no puede ser mayor que el que es permitido por el factor más limitante del sistema suelo-planta-clima”.

En el sistema suelo-planta-clima cada una de las fases es altamente importante en el logro de buenos rendimientos. En la fase de las plantas y del manejo que el hombre realiza para favorecer su crecimiento, algunos factores de tipo ecoambientales requieren especial consideración. Entre ellos se mencionan los siguientes: la fecha en que se siembra de la planta, la densidad de siembra, el control de plagas y enfermedades, la preparación del suelo o labranza.

Por lo general dentro del sistema suelo-planta-clima los factores vinculados al clima son más autónomos, dado a que es menos posible que sean controlados directamente por el hombre. Sin embargo, conociendo estos factores el hombre puede intervenir en mayor medida los factores de planta y suelo, además de tener en su favor el factor clima.

Es así como se asume que el crecimiento de las plantas depende de la interacción de factores que dan como resultado la producción de nuevo tejido vegetal. Como se mencionó con anterioridad estos factores están en interacción pues se entiende el crecimiento vegetal a través del Sistema: **suelo** (nutrientes) –**planta** (fitohormonas) –**clima** (agua-lluvia, radiación solar, temperatura).

Dentro de este sistema diferenciamos los factores que afectan el crecimiento vegetal los cuales pueden ser *externos*: luz, nutrientes, agua y temperatura, entre otros, e *internos*: Las hormonas como reguladores de crecimiento.

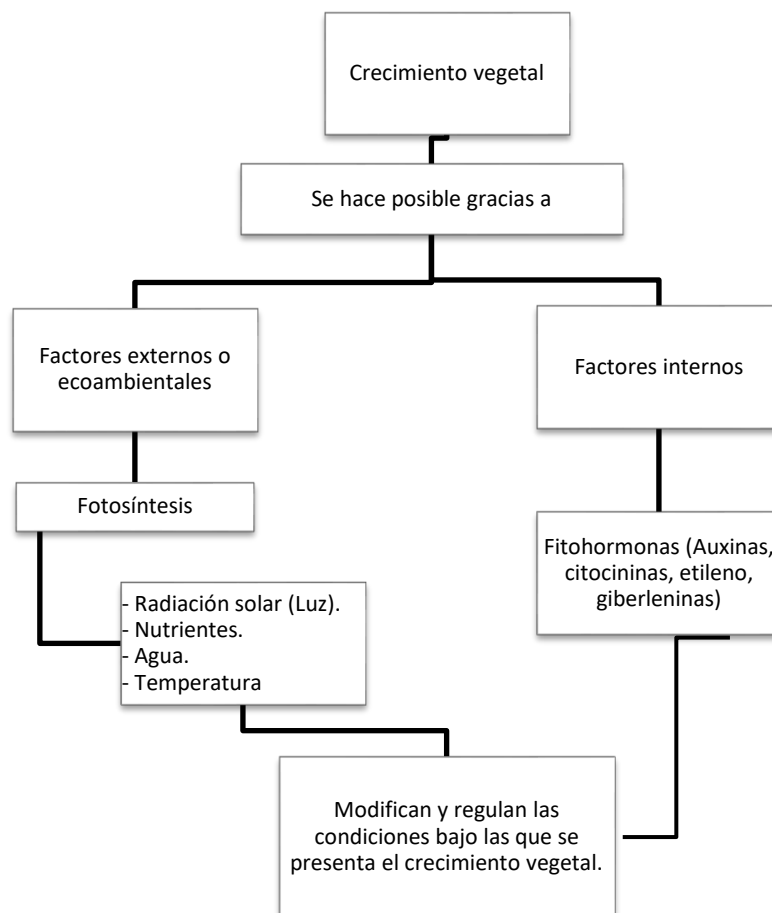


Figura 1. Relación de todos los factores crecimiento vegetal.

a. Factores externos o ecoambientales

La luz, es un recurso crítico para las plantas que, con frecuencia limita su crecimiento y reproducción. En los términos de Stephen (1998, p.334) La luz solar es la principal fuente de energía para los ecosistemas. Esta es capturada por las plantas mediante la fotosíntesis y la energía es almacenada en los enlaces químicos de los compuestos orgánicos. La luz solar también controla el estado del tiempo en la Tierra: la energía luminosa transformada en calor afecta los patrones de lluvia, la temperatura de la superficie, el viento y la humedad. La forma en que esos factores ambientales se distribuyen en la superficie del globo terráqueo determina el clima y tiene importancia para el crecimiento vegetal.

“El tiempo en que la superficie de las hojas está expuesta a la luz solar durante cada día, puede afectar la tasa fotosintética así como el crecimiento y el desarrollo de la planta a largo plazo. La duración de la exposición a la luz también es una variable importante de cómo la intensidad o calidad de esa luz puede afectar a la planta. Por ejemplo, la exposición a un nivel excesivo durante corto tiempo puede ser tolerada, pero por mucho tiempo puede resultar dañina. También la exposición a la luz intensa durante un breve tiempo, ocasiona que la planta produzca un exceso de fotosintatos, que le permite tolerar durante más tiempo el punto de compensación de luz. El número total de horas de luz por día —el fotoperíodo- también es un aspecto importante de la duración de la exposición a la luz. Una variación de respuesta de la planta, como se discutirá en detalle a continuación, tiene detonadores químicos específicos o mecanismos de control que pueden ser activados o desactivados dependiendo del número de horas” p. 344

Puesto que las plantas, obtienen sus *nutrientes del suelo*, la disponibilidad de estos en el suelo llega a ser el factor determinante de la productividad en un sistema suelo-planta-clima. Muchas metodologías de análisis de nutrientes han sido desarrolladas para determinar el nivel de varios nutrimentos en el suelo. Cuando un nutriente o no está presente en cantidades suficientes se le llama nutriente limitante, y generalmente lo que se realiza es suministrarle a la planta de los requerimientos nutricionales necesarios para su óptimo crecimiento. No obstante, debe tenerse en mente que la presencia de un nutriente, no necesariamente significa que está disponible para las plantas. Una variedad de factores, incluyendo el pH, la capacidad de intercambio de cationes y la textura de suelo, determina la disponibilidad real de los nutrientes, para poder ser utilizados por las plantas (Stephen, 1998).

Estudiando el *Agua* como factor, se puede considerar que esta juega un papel determinante en el crecimiento vegetal, pues hasta el momento no se conoce ningún tipo de planta que pueda crecer totalmente desligada del agua, aunque hay plantas que no tienen amplios requerimientos hídricos, por lo general estas requieren mantener una humedad relativa considerable, de forma tal que la planta no vaya a presentar problemas con la absorción del agua, para la realización la *fotosíntesis*, proceso ampliamente relacionado con el crecimiento vegetal.

La *temperatura ambiente*, considerada como una expresión de la intensidad del calor, afecta funciones en las plantas, tales como: fotosíntesis, respiración, permeabilidad de la pared celular, absorción de agua y nutrientes, transpiración, todo ello reflejado con el crecimiento de la planta.

Se presenta la fotosíntesis como un indicador del crecimiento vegetal, en tanto que la fotosíntesis es el proceso usado por las plantas, las algas y algunas bacterias utilizan para su desarrollo, crecimiento y reproducción, este proceso consiste en la transformación de la energía lumínica en energía química, lo que genera materia orgánica a partir de materia inorgánica, es decir si la planta realiza fotosíntesis, eso será un claro indicador de que se está presentando o se va a presentar el crecimiento vegetal.

Es así como la fotosíntesis involucra gran parte de los externos para el crecimiento vegetal (o también llamados factores ecoambientales), puesto que sabemos que para que la fotosíntesis se lleve a cabo es necesaria la luz solar y el agua, ambos factores ya mencionados con anterioridad.

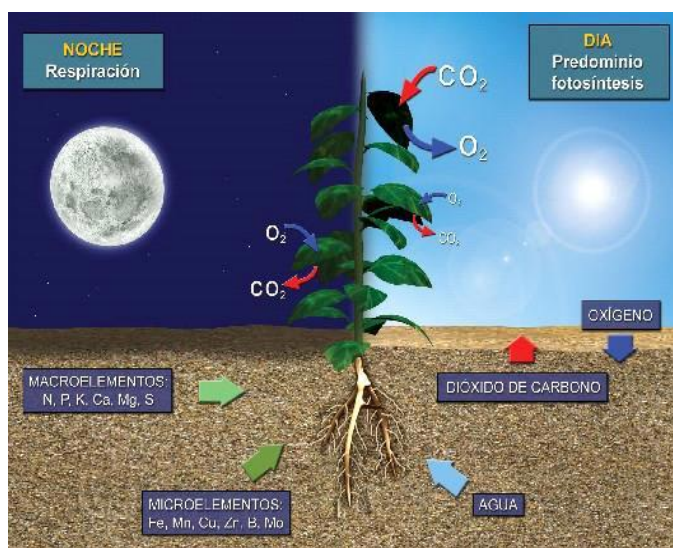


Figura 2. Fases de la fotosíntesis y los factores que intervienen en esta.

Tomado de <http://lafotosintesis.com/fases-de-la-fotosintesis>

También es necesario clarificar que a pesar de que la fotosíntesis es el proceso metabólico por excelencia de las plantas, bajo ciertas condiciones, estas también respiran.

Hasta este punto vemos que el agua y la luz son factores que están estrechamente vinculados en el crecimiento vegetal, pues ambos son indispensables dentro de la fotosíntesis, proceso que como ya se mencionó es un indicador del crecimiento vegetal. Para poder llevar a cabo estos procesos fisiológicos y metabólicos que les permitan desarrollarse, las plantas no solo necesitan de agua y luz, estas requieren tomar del medio una serie de elementos indispensables.

Al menos catorce elementos químicos son imprescindibles para el desarrollo vegetal: germinar, crecer, llevar a cabo fotosíntesis y la reproducción². Estos son conocidos como nutrientes esenciales, los cuales a su vez se dividen en macronutrientes y micronutrientes, estos se tipifican, según su nivel de importancia para las plantas. Es reafirmamos que todos los factores externos se encuentran estrechamente vinculados

b. Factores internos

Reconocemos las fitohormonas como reguladores del crecimiento, las cuales son sustancias naturales en las plantas que controlan en gran medida su crecimiento y desarrollo. Las cuales están implicadas en varios procesos como la formación de las radículas, el establecimiento y finalización de los periodos de letargo y reposo, la florecencia, el desarrollo del fruto, la senescencia y el ritmo de crecimiento, los cuales están controlados bajo regulación hormonal.

El funcionamiento de los organismos multicelulares, está establecido a través de la perfecta coordinación de las actividades de sus células, tejidos y órganos. Además, el organismo debe ser capaz de percibir y responder a las fluctuaciones de su ambiente. Entre los posibles mecanismos de regulación, el más conocido es el sistema de mensajeros químicos (señales químicas), que permite la comunicación entre las células y coordina sus actividades. En las plantas, la comunicación química se establece fundamentalmente a través de hormonas (o fitohormonas), aunque no se excluye la existencia de otros posibles mediadores químicos cuya naturaleza, por el momento, se desconoce.

Las plantas han desarrollado estrategias complejas para lograr su supervivencia en un medio ambiente en constante cambio. Las interacciones entre el modelo de desarrollo de cada especie y las condiciones ambientales en donde crecen, son censadas y transmitidas por una compleja red de diferentes receptores (Lenton 1998). A excepción de la luz, los mecanismos de percepción de la

planta ante los cambios medio ambientales, no se han esclarecido por completo en todos los casos, puesto que estos factores (tanto internos como externos) no actúan de manera totalmente independiente. Por ello, son objeto de estudio permanente las vías de señalización que involucran una o varias hormonas (Achard et ál. 2006).

Acorde con Gonzales (2008) las hormonas vegetales o fitohormonas son compuestos naturales que se producen en las células de la planta sin necesidad de la formación de glándulas, estas regulan los procesos fisiológicos de las plantas a concentraciones muy por debajo de otros compuestos como los nutrientes, se producen en los tejidos meristemáticos ubicados en las zonas de crecimiento, estas son los extremos de los tallos y raíces. Estos compuestos tan importantes, son responsables de los patrones de expresión génica de diversos eventos de crecimiento y desarrollo, participan en la regulación de múltiples procesos fisiológicos como la germinación de semillas, el enraizamiento, los movimientos trópicos, la tolerancia a diferentes tipos de estrés bióticos y abióticos, la etapa de floración, la maduración de frutos y la senescencia, entre otros (McCourt, 1999) c.p. (Cruz Aguilar, Melgarejo, y Romero, 2010).

Las fitohormonas pueden influir de distinta manera en el metabolismo y la división celular de la planta, de los efectos que pueden producir las fitohormonas destacan el alargamiento de células individuales, la estimulación de división celular, la inhibición de las yemas laterales y la formación de regiones de absorción que restringe la caída de las hojas y frutas, hecho que se aprovecha actualmente en la agricultura para el cuidado de cultivos. Las fitohormonas más reconocidas que estimulan el crecimiento de las plantas son la auxinas, sin embargo, aunque se reconozca sus implicaciones en el crecimiento vegetal, estas pueden producir una gran variedad de efectos dependiendo de la especie que se estudia y las condiciones a las cuales se presenta.

Las fitohormonas según González (2008) son selectores activadores o modificadores que operan sobre pasos individuales en vías metabólicas independientes y no relacionadas, de lo anterior se entiende que las hormonas pueden actuar de distintas maneras, sin embargo, se ha evidenciado que existen niveles básicos y generalizados para ciertas respuestas, sumado a ello, las fitohormonas suelen interactuar entre ellas por distintos mecanismos como el Sinergismo (la hormona se ve favorecida por la otra), el antagonismo (la hormona evita la acción de otra

hormona), o el Balance (la acción de una hormona depende la concentración de otra).

Según Aguilar, Melgarejo y Romero (2010) se reconoce un mecanismo polar de transporte (lento) en tallos y raíces, exclusivo de auxinas, que depende de proteínas transportadoras específicas para esta hormona y no polar en el floema (más rápido) donde se encontraría asociado con procesos de división del cambium y ramificación de raíces. La auxina es transportada en el sentido del eje longitudinal alejándose del punto apical (del extremo superior al inferior) y en sentido contrario (de la parte inferior a la superior. Su localización es compleja de ubicar por las vías de biosíntesis que pueden darse en diferentes especies, sin embargo los niveles encontrados en el meristemo apical, hojas, embrión y endospermo de las semillas lleva a sospechar que estos son los sitios de síntesis de la misma.

Las auxinas, en particular el ácido indolacético cumple con ciertas funciones en casi la mayoría de especies vegetales, tales como: Afectar la diferenciación del procámbium en hojas jóvenes, estimula la elongación del tallo, favorece el crecimiento de la raíz (raíces adventicias), permite la diferenciación, ramificación del tallo, dominancia apical, desarrollo del fruto y tiene relevancia en el gravitropismo y fototropismo este último debido a que la auxina se dirige a la zona oscura de la planta produciendo que las células crezcan más que las contrarias (las que están iluminadas), de ello se produce una curvatura de la punta de la planta hacia la luz.

Teniendo en cuenta que la acción de las fitohormonas está ampliamente vinculada con la incidencia de la luz, se vincula nuevamente la acción de los factores externos e internos, puesto que las fitohormonas están condicionadas con la presencia de la luz, dado a que estas son estimuladas por la luz.

En definitiva, para lograr entender el crecimiento vegetal, se asume que este es la suma integrada de una serie de factores externos (ecoambientales) y factores internos (fitohormonas), por ende no es posible asumir cada uno de los factores de manera independiente, pues estaríamos desconociendo el crecimiento vegetal como un fenómeno natural en el cual influyen una serie de variables que dan lugar al óptimo crecimiento vegetal.

3.7 Enseñanza del crecimiento vegetal en los libros de texto escolar

Para poner en consideración este punto se analizaron dos aspectos: algunos de los antecedentes ya antes abordados, y una pequeña revisión por algunos libros de texto o material escolar de ciencias naturales en los cuales se aborda el crecimiento vegetal, bien sea desde la temática de la nutrición en plantas, fotosíntesis o el crecimiento y desarrollo vegetal.

En primera medida se revisó el libro ***Ciencias Naturales 6º*** básico de la editorial Santillana del año 2012. Su tabla de contenido se encuentra dividida en las siguientes 5 unidades: Pubertad, una etapa de cambios, La energía, Estados de la materia, Transferencia de materia y energía, Las capas de la Tierra.

En la unidad 4. *Transferencia de materia y energía*, es en la que se abordan algunos de los temas concernientes con las plantas; dentro de los indicadores propuestos en esta unidad se destacan: Reconocer los tipos de nutrición de los seres vivos y explicar el proceso de fotosíntesis, identificando sus requerimientos y productos; Reconocer los factores que intervienen en la fotosíntesis.

Como se enuncia dentro de los indicadores propuestos en la unidad, el texto desarrolla el concepto de nutrición en plantas y de fotosíntesis; luego, se propone un experimento mental denominado: Un experimento clásico: ¿Cómo se nutren las plantas?

Luego se propone otro experimento *¿Qué factores regulan la fotosíntesis?* el cual tiene como propósito: “aprender que, además de las condiciones que permiten el desarrollo de la fotosíntesis, existen otros factores ambientales que pueden afectar el crecimiento y desarrollo normal de una planta.”

“En la lección anterior aprendiste que una planta necesita luz, agua y dióxido de carbono para realizar la fotosíntesis. Sin embargo, existen también diversos factores ambientales que regulan este proceso; por ejemplo, la temperatura ambiental y la intensidad lumínica.” (Santillana, 2012)

Por último se propone una evaluación para el tema y una evaluación de desempeños para el mismo.

A pesar de que este libro de texto corresponde con el primer grado de la educación secundaria, aborda en buena medida los conceptos referentes a la fotosíntesis, y algunos de los factores externos vinculados al crecimiento vegetal. También es de recalcar que en este se realizan actividades experimentales que pueden permitir comprender en mayor medida el concepto de fotosíntesis, lo que se reconoce como un aspecto ampliamente positivo. Se hace necesario resalta que dentro del texto no se asume el crecimiento vegetal como un fenómeno natural, por el contrario, el libro de texto lo está entendiendo como la suma integrada de varios procesos de orden fisiológico en las plantas.

Por otra parte el libro Biología. **Bachillerato general unificado. 2°** hace una única mención con relación a este tema, enunciando que es común confundir los términos «crecimiento» y «desarrollo», pero si los buscan en un diccionario especializado, verán que tienen significados muy diferentes. El término crecimiento alude a la multiplicación celular (aumento del número de células en los organismos pluricelulares) o al aumento de tamaño de estos (únicos procesos en los organismos unicelulares), lo que determina el incremento de la masa corporal del embrión hasta llegar a adulto. El término desarrollo, en cambio, se aplica para describir los procesos de morfogénesis («creación de la forma») y de diferenciación que experimenta el embrión hasta alcanzar el estadio adulto. También los procesos que originan los tejidos y los órganos.

Posteriormente en el texto se continúa definiendo que es el desarrollo, pero en términos del desarrollo embrionario vinculado únicamente con los animales, es decir, se le da una breve apertura al crecimiento en términos generales, lo que en primera medida hace pensar que se va a introducir también el crecimiento vegetal, cosa que no sucede dentro del texto.

En el libro de texto **Ciencias naturales 8** (Aguinaga M, 2016) Se aborda el tema del crecimiento vegetal desde la nutrición:

“Importancia de la nutrición: La nutrición es una función vital por la cual se incorporan

sustancias del medio que son transformadas para ser aprovechadas por las células y brindar al ser vivo la energía necesaria para desarrollar cada una de sus actividades, y tener un crecimiento y desarrollo adecuados.

[...] Los organismos autótrofos son aquellos que tienen la capacidad de sintetizar o fabricar su propio alimento a partir de sustancias inorgánicas, es decir, sustancias que no tienen átomos de carbono en su composición, con excepción del dióxido de carbono.

Los autótrofos no necesitan de otro ser vivo para llevar a cabo la función de nutrición, por ello son de gran importancia para la existencia de la vida en el planeta, ya que esta es la forma en que se originan los compuestos orgánicos como azúcares, lípidos y proteínas, esenciales para los seres vivos; además, la liberación de oxígeno hace posible procesos vitales como la respiración. En los ecosistemas, los organismos autótrofos son considerados productores. De acuerdo con las fuentes de energía empleadas, los organismos autótrofos se clasifican en autótrofos fotosintetizadores y autótrofos quimiosintetizadores.

Autótrofos fotosintetizadores: a este grupo pertenecen las plantas verdes, las algas y algunos grupos de bacterias. Los organismos fotosintetizadores se caracterizan por aprovechar la energía de la luz solar para desarrollar diferentes reacciones bioquímicas necesarias para el metabolismo, mediante el proceso de fotosíntesis. Este consiste en la transformación de la energía lumínica en energía química, que posteriormente es empleada para la formación de carbohidratos y la liberación de oxígeno.” (Aguinaga M, 2016)

Teniendo en cuenta que los textos escolares reflejan en gran medida la forma como el docente estructura su currículo, o en el peor de los casos el libro de texto es el currículo mismo, se puede inferir que el estudio de los factores que afectan el crecimiento vegetal y en especial la presencia de las fitohormonas son un tema al cual se le suele dar muy poca profundidad en el área de ciencias naturales, y a su vez esos suelen ser dejados de lado en los grados superiores de la educación básica.

CAPITULO 4**OBJETIVOS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS**

En este capítulo se describen los aspectos metodológicos de la siguiente forma. En primer lugar se encuentran los objetivos propuestos (4.1); seguido del tipo de metodología empleada (4.2); Contexto y población intervenida (4.3); Técnicas e instrumentos de recogida de datos (4.4); por último las Técnicas de análisis de resultados (4.5).

5.4 Objetivos**Objetivo general**

Reconocer la incidencia de las actividades experimentales como estrategia didáctica en la construcción de explicaciones de los estudiantes sobre el fenómeno del crecimiento vegetal.

Objetivos específicos:

- 1) Diseñar la propuesta de secuencia de actividades experimentales.
- 2) Aplicar la propuesta a un grupo de 20 estudiantes de 13 – 15 años.
- 3) Evaluar la propuesta aplicada respecto a la construcción de las explicaciones de los estudiantes sobre el fenómeno del crecimiento vegetal.

4.2 Tipo de metodología

Esta investigación es de carácter *mixto*, puesto que su realización permite comprender las dinámicas propias del aula de clase, al posibilitar la interacción entre los procesos de enseñanza-aprendizaje en la educación en ciencias naturales. A su vez, el enfoque asumido aquí es de tipo descriptivo y exploratorio, mediante la realización de un *estudio de caso*. Conviene subrayar que se eligió el estudio de caso, debido a que admite la realización de un estudio primeramente exploratorio sobre un grupo de estudiantes determinados, y a su vez la intervención sobre dicho grupo (Hernández et al., 2010). En efecto, esta investigación se realizó en una institución educativa privada mixta, ubicada en el perímetro urbano de la ciudad de Santiago de Cali, con un

grupo de 20 estudiantes del grado noveno, con edades que oscilan entre los 13 y 17 años.

El procedimiento investigativo (ver figura 1) consiste en el desarrollo de tres fases, descritas a continuación:

Fase 1: En esta fase se realiza un proceso de revisión documental para el establecimiento de los antecedentes, los cuales se construyen entorno a tres ejes: a) La construcción de explicaciones a los fenómenos en la enseñanza de las ciencias; b) Las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias; y, c) Propuestas de enseñanza-aprendizaje sobre el crecimiento vegetal. Luego, a partir de lo encontrado en los antecedentes, se elabora el diseño de la secuencia de actividades que hacen parte de la propuesta.

Fase 2: Consiste en la aplicación de la secuencia de actividades experimentales a un grupo de 20 estudiantes entre los 13 y 17 años.

Fase 3: La consecución de las fases posteriores da lugar a la realización de la recolección y análisis de la información obtenida con la implementación de la secuencia de actividades experimentales.

Cabe mencionar que para la recolección de información, el uso de distintas técnicas e instrumentos que así lo permitan. Por ello, se utiliza encuesta (encuestas y entrevistas) y la observación participante. Ahora bien, para organizar y analizar datos cualitativos obtenidos a partir de lo anterior, se considera la propuesta metodológica denominada Redes Sistémicas, de Bliss, Monk & Ogborn (1983), como adecuada para trabajar con el tipo de información cualitativa resultante de la aplicación de encuestas abiertos, entrevistas y/u observaciones.

4.3 Contexto y muestra

Esta investigación se realizó en una Institución Educativa mixta, de carácter privo, dentro del perímetro urbano de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca, la cual ofrece educación básica y media en horario diurno, a la cual asisten estudiantes de un sector socioeconómico medio-medio.

La muestra la constituyó 20 estudiantes (mujeres y hombres), con edades que oscilan entre los 14 y 17 años, del grado noveno de la educación básica.

4.4 Técnicas e instrumentos de recogida de datos.

Para la recolección de información se realiza una triangulación de datos, de manera que se permite la utilización de diferentes fuentes y métodos de recolección de información. Esta se realizará con la aplicación de los siguientes elementos:

a. Encuesta

En la investigación mediante encuesta el investigador selecciona una muestra de sujetos y les administra un encuesta o realiza entrevistas para recoger los datos. Las encuestas son utilizadas, frecuentemente, en la investigación educativa para describir actitudes, creencias, opiniones y otros tipos de información. Normalmente, la investigación está diseñada de modo que la información sobre un gran número de personas (la población) puede ser inferida de las respuestas obtenidas por un grupo más pequeño de sujetos (la muestra). Las encuestas se usan para una extensa variedad de propósitos. Pueden describir la frecuencia de características demográficas, explorar relaciones entre diferentes factores o esbozar las razones para prácticas particulares. McMillan, & Schumacher (2005).

b. Observación participante *in situ*.

Esta consiste en una combinación de estrategias como la *participación limitada*, que consiste en el primer acercamiento con el grupo de estudiantes, permite tener una visión general del contexto y la aceptación de la presencia del investigador, y *observación de campo*, que le permite observar directamente, realizar el análisis de las situaciones particulares que inciden en los procesos de enseñanza- aprendizaje y tomar notas (McMillan, J. & Schumacher, S. 2001). El proceso de observación se acompañó el registro fotográfico y algunos audios de las clases para así permitir su análisis de manera más concluyente.

4.5 Técnicas de análisis de resultados: Redes sistémicas

Entre las distintas propuestas metodológicas para organizar y analizar datos cualitativos obtenidos a partir de la aplicación de encuestas abiertos, entrevistas y/u observaciones en el aula de clase, se encuentran las "redes sistémicas", método propuesto por Bliss & Ogbom (1985: 1983). En este método, y la terminología que se usa derivan de la lingüística sistémica. "La

lingüística sistémica está interesada en la descripción y representación del significado, de los recursos semánticos del lenguaje". Es por esta razón que los autores consideraron que este sistema puede ser bastante útil para la realización de análisis a las respuestas de un estudiante a una entrevista o encuesta de tipo abierto (Jorba y Sanmartí, 1996).

CAPÍTULO 5

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos del diseño y la implementación de la propuesta de enseñanza. Inicialmente el diseño de las actividades experimentales (5.1). Implementación de las actividades experimentales al grupo de estudiantes (5.2). Finalmente, la discusión respecto a la incidencia de las actividades experimentales en la construcción de explicaciones sobre el crecimiento vegetal (5.3). Y consideraciones finales.

5.1 Diseño de las actividades teórico – experimentales

Dentro de la metodología de trabajo propuesta se busca que a partir de la generación de una situación problema que resulte de interés para los estudiantes, se logren establecer los factores que afectan el crecimiento vegetal, esta situación problema está compuesta por seis subproblemas los cuales van a desencadenar en una secuencia didáctica, dentro de la cual se pretende realizar la manipulación de las variables que afectan el crecimiento vegetal (agua, luz solar, temperatura y concentración de auxina,), este procedimiento se establecerá a través de la toma de datos por parte de los estudiantes.

En el desarrollo de esta investigación se han puesto en juego en principio las ideas previas que tenían los estudiantes acerca de cómo ellos entienden las actividades experimentales y el crecimiento vegetal. Por otro lado también se busca la generación de cuestionamientos por parte de los estudiantes a partir de la observación del crecimiento vegetal como un fenómeno natural, en este aspecto se halla que los estudiantes encuentran el crecimiento vegetal como un fenómeno complejo el cual puede ser entendido desde su totalidad a través del conocimiento de una serie de tópicos/factores que dan lugar al entendimiento de lo que es el crecimiento vegetal.

Se proponen las actividades experimentales como el eje central dentro del cual se desarrolla las sesiones, cada actividad está planteada desde la consecución de un objetivo específico para cada una de ellas, el cual busca ser alcanzado en cada sesión o núcleo de actividades. A continuación se presentan las actividades realizadas:

PROPUESTA DE LAS ACTIVIDADES TEORICO-EXPERIMENTALES ENTORNO A LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES AL CRECIMIENTO VEGETAL			
Núcleo de Actividades	Descripción de las actividades	Propósito didáctico (Qué permite al estudiante)	Tiempo (horas de clase)
1. Aplicación de encuesta	Aplicación de encuesta de ideas previas (<i>Ver anexo2</i>)	Indagar sobre los conocimientos y experiencias de los estudiantes acerca de la realización de actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales, al igualmente acerca de algunos conocimientos frente a un campo específico de conocimientos propios del crecimiento vegetal.	1 h
2. Presentación de la situación problema	Se socializa con los estudiantes la situación problema que luego dará lugar a las actividades.	Lograr que los estudiantes se apropien de la situación problema y entiendan los ejes desde los cuales se va a trabajar la propuesta.	20 min
3. Video	Reproducción del Fenómeno: Presentación de video donde se muestra como es el proceso de crecimiento en una planta de frijol.	Acercar a los estudiantes al fenómeno de estudio, entendiendo el video como un recurso que ayuda a tener una percepción completa o en su defecto mucho más general del crecimiento vegetal.	2h
4. Reconocimiento de la estructura vegetal a nivel macro	Los estudiantes podrán observar características macro de la hoja, tallo, ápice y raíz de una planta, utilizando el ojo y lupa como instrumento.	- Conocer las ideas y la estructura de conocimiento que tienen los estudiantes con respecto al tema en general. - Diferenciar en forma clara las partes de una planta. - Establecer características a nivel macro del tallo, hojas, ápices y raíces.	2h
5. Reconocimiento de la estructura vegetal a nivel micro	El desarrollo de esta clase se llevó a cabo dentro de dos fases, en la primera se realizó una pequeña introducción al uso del microscopio; luego se les presentó y explico la guía de trabajo que se iba a utilizar (ver anexo). En la fase posterior, se realizó la observación de las muestras.	- Realizar observaciones de distintos tejidos vegetales. - Reconocer algunas particularidades de cada tipo de tejido vegetal. - El registro de las observaciones mediante la utilización de esquemas.	3h

6. Montaje del frijol y del pepino	Previamente se organizaron en grupos de tres estudiantes, de tal manera que cada grupo tenga dos vasos, y así poder comparar que sucede con la semilla de frijol al poner el vaso boca abajo. Los estudiantes propondrán hipótesis luego de tener listo el montaje experimental.	Reconocer el crecimiento vegetal como un fenómeno natural el cual puede ser manipulado por el hombre.	2 h
7. Tropismo : fototropismo	Realizar montaje para el experimento en el que se manipule la planta buscando su reacción al efecto de presencia de la luz.	Permitir en el estudiante la comprensión del concepto de fototropismo y geotropismo.	2 h
8. Plantas en diferentes tipos de sustratos (nutrientes)	Poner las plantas en diferente tipo de sustrato: Papel de cocina, algodón, arena, tierra abonada, piedras y observar las posibles diferencias en su crecimiento.	- Encontrar la temperatura como una variable que puede determinar el crecimiento vegetal. - Establecer una relación existente entre el sustrato en el cual se encuentra una planta versus su crecimiento	1h
9. Temperatura	Se ponen varias semillas a diferentes temperaturas (al aire libre, en la nevera).	Encontrar la temperatura como una variable que puede determinar el crecimiento vegetal.	1h
10. Las fitohormonas.	Previamente se organizaron grupos de cuatro estudiantes, se tomaron plántulas y semillas, a las cuales se les agregó una determinada cantidad de ácido naftalacetico, para estudiar la influencia o no de esta auxina en el crecimiento vegetal.	Reconocer las auxinas como fitohormonas que inciden el crecimiento vegetal.	3h

Tabla 2. Actividades teórico experimentales planteadas en la propuesta.

5.2 Implementación de la propuesta

Estado inicial de conocimientos de los estudiantes

Para conocer el estado inicial de los estudiantes en torno a sus conocimientos y experiencias en la realización de actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales y de algunos conocimientos frente a los factores que afectan el crecimiento vegetal, la recolección de esta información sirve para poder establecer un primer panorama sobre los estudiantes acerca de las practicas experimentales y el crecimiento vegetal.

1. Aplicación de encuesta (Ver anexo 1).

Objetivo:

- Indagar sobre los conocimientos y experiencias de los estudiantes acerca de la realización de actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales, al igualmente acerca de algunos conocimientos frente a un campo específico de conocimientos propios del crecimiento vegetal.

Descripción: Se aplicó un encuesta de cinco preguntas de selección múltiple y otras cinco abiertas con posibilidad de argumentación, con el fin de conocer que ideas y concepciones tienen los estudiantes frente a la realización de las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias y el crecimiento vegetal. **(Ver anexo 2)**

2. Presentación de la situación problema.

Objetivo:

- Lograr que los estudiantes se apropien de la situación problema y entiendan los ejes desde los cuales se va a trabajar la propuesta.

Descripción: La situación problema se está asumiendo en este caso como una estrategia didáctica que busca promover el aprendizaje, de forma tal que se ponga en contexto la enseñanza y las posibles ideas previas que tiene el estudiante, siendo en este caso las ideas acerca

del crecimiento vegetal. Por esta razón se presentó la situación problema presentada en el **anexo 3**.

Es preciso aclarar, que la presentación de la situación problema y las guías de trabajo están orientadas desde un nivel de abertura ligeramente abierto (nivel 5), en el cual se proporcionan la mayoría de procedimientos a los estudiantes y algunas preguntas o cuestiones son abiertas (Valverde, Jiménez y Viza, 2006).

Esta situación problema está pensada, pues entre otras promueve:

- La contextualización del fenómeno.
- La construcción de un problema de la cotidianidad.
- Generar motivación y desarrollar un acercamiento hacia el fenómeno.
- Desarrollar habilidades y actitudes para la indagación.

3. Generación de preguntas y cuestionamientos a través de un video:

Objetivo de la actividad: Despertar en los estudiantes algunos interrogantes que pudiesen surgir al evidenciar el crecimiento vegetal.

Descripción: Se presentó un video (**ver anexo 4**) en el cuál se mostró el crecimiento y desarrollo de una semilla de frijol en un campo abierto en cámara lenta, se les propuso a los estudiantes que de forma individual se realizaran preguntas entorno al fenómeno observado, posteriormente se recopilaron las preguntas propuestas por los estudiantes y se agruparon por categorías según su respuesta:

FACTORES CONSIDERADOS EN EL CRECIMIENTO VEGETAL			
FACTORES EXTERNOS	Agua	¿Si no le suministro de agua a las plantas dejan de crecer?	• ¿Puede vivir una planta sin agua?
	Nutrientes	Mi mamá me ha insistido siempre que si no consumo los	• ¿Cuánto tarda en morir una planta? • ¿Cómo crecen? • ¿Cómo es el

		alimentos no creceré ¿las plantas no crecen si no tienen los nutrientes necesarios?	crecimiento de una planta? • ¿Las plantas que necesitan para vivir?
	Temperatura	¿Incide de alguna forma la temperatura en el crecimiento de las plantas?	• ¿Necesitan sol? • ¿Una planta podría vivir si no recibiera sol? • ¿Dónde debe crecer una planta? • ¿en qué ambiente deben estar plantados? • ¿Necesitan el sol? • ¿Cuál es clima adecuado para el crecimiento de una planta? • ¿En ambiente se efectúa este proceso? • ¿Una planta necesita necesariamente el sol para vivir?
• FACTORES INTERNOS	HORMONAS VEGETALES: AUXINAS- participar en las respuestas de crecimiento de tallo y raíz al estímulo de luz y gravedad	¿Qué partes de las plantas crecen... por encima del suelo y por debajo del suelo?	• ¿Cómo fue su proceso para salir de la tierra? • ¿Cuántas raíces bajo la tierra tiene una planta? • ¿Qué es la primero que crece de la planta?
		¿Por qué ciertas partes de las plantas crecen hacia arriba y otras hacia abajo?	• ¿Por qué salen primero como un arco, las plantas no buscan el sol? • ¿Según el video como crece una planta? • ¿Cuánto tiempo crees que crece una planta? • ¿Cómo creció la planta? • ¿Cuánto se demora para crecer? • ¿Cómo comenzó el desarrollo? • ¿Cómo es el proceso que hace la • ¿Cómo es el proceso de crecimiento de una planta?
		¿Cómo hacer que algunas partes de la planta crezcan rápidamente?	
OTRAS		Otras, asociadas a la	• ¿Cuánto tiempo se demora la reproducción

		reproducción	de la planta? • ¿Cómo se reproducen? • ¿Cómo se reproducen las plantas? • ¿Cómo se reproduce la planta? • ¿Cuánto tiempo dura en reproducirse una planta? • ¿Todas se reproducen por igual?
		Otras, asociadas a la semilla/Germinación	• ¿Qué necesita para que la semilla crezca? • ¿Qué se necesita para que la semilla crezca? • ¿Cómo se desarrolla el frijol? • ¿Cómo se desarrollan las plantas? ¿Cómo salen de las semillas las raíces? • ¿En qué promedio tarda una semilla en crecer?
		Otras asociadas al crecimiento (generalidades no específicas)	• ¿Cuánto tiempo dura este proceso? • ¿Cuánto tardan en ser una planta? • ¿Qué es la fotosíntesis? • ¿Por ahí en cuanto tiempo crece las plantas hasta su tamaño normal? • ¿Cómo crece una planta? • ¿Cuál es el tiempo en que crece? • ¿Qué es lo que necesita una planta para crecer? • ¿Cómo se llama el proceso de crecimiento? • ¿En cuánto tiempo tarda en crecer una planta? • ¿Cómo es el proceso de crecimiento de las plantas? • ¿Puede crecer una planta sin tierra? • ¿Cómo es el proceso de crecimiento de las plantas? • ¿Qué necesita una planta para crecer? • ¿Cuál es el tiempo

			estimado de una planta? • ¿Qué es lo primero que sale a la tierra de una planta? • ¿Cuál es la altura de una planta? • ¿Cuántos tipos de plantas hay? • ¿Las plantas crecen periódicamente?
		Otras no asociadas al crecimiento	• ¿Partes de la planta?

Tabla. 3. Preguntas propuestas por los estudiantes en torno al video, en el cual se evidencia el fenómeno del crecimiento vegetal.

La realización de esta actividad permitió ver como los estudiantes presentan una gran cantidad de interrogantes para un fenómeno que a simple vista no pareciera complejo, este ejercicio permitió realizar un contraste con las preguntas problémicas planteadas en las situación problema, observando como dichas preguntas se encuentran muy relacionadas con las propuestas por los estudiantes.

4. Observación de las características macroscópicas de una planta.

Objetivos.

- Realizar observaciones de las distintas partes de una planta.
- Reconocer algunas de las características particulares en algunas partes de una planta.
- Registrar información mediante esquemas.

Descripción: La realización de esta sesión se llevó a cabo en grupos de trabajo, luego de la organización de dichos grupos, se procedió a la entrega de una guía de trabajo **(ver anexo 5)**.

En la realización de esta actividad a cada grupo se le suministro una planta y una lupa para poder dar respuesta a la guía, en primer lugar, los estudiantes debían realizar una breve descripción de la planta, al igual que las características generales y su función.

Dentro de las ideas que presentan los estudiantes luego de la observación de una planta (sus características macroscópicas), se encuentra que estos asocian la función de las hojas con la absorción de la luz, al igual que al proceso de la fotosíntesis. Estas respuestas se encuentran acordes con la realidad, pero es particular el hecho de que todos los grupos asignaron una única función a las hojas.



Figura 3. Estudiantes identificando las partes de una planta utilizando la lupa

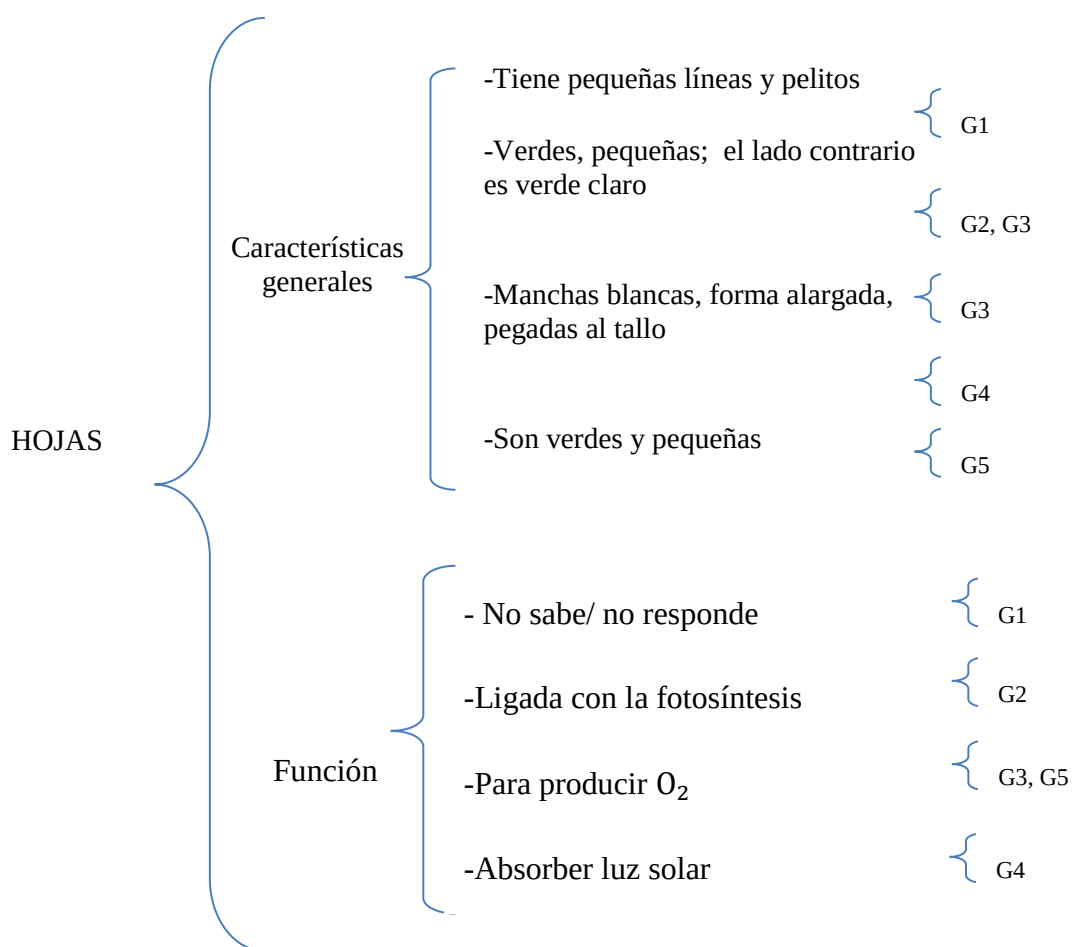


Figura 4. Relación de las características y función/nes que los estudiantes le dan a las hojas de las plantas.

Para el caso del tallo, los estudiantes le atribuyen una función asociada mayoritariamente con el sostén de la planta, mientras que solamente el grupo G1 asoció el tallo con la distribución de los nutrientes y el agua por toda la planta, aspecto que sugiere que los estudiantes tienen pocos conocimientos acerca de los tejidos conductores (xilema y floema).

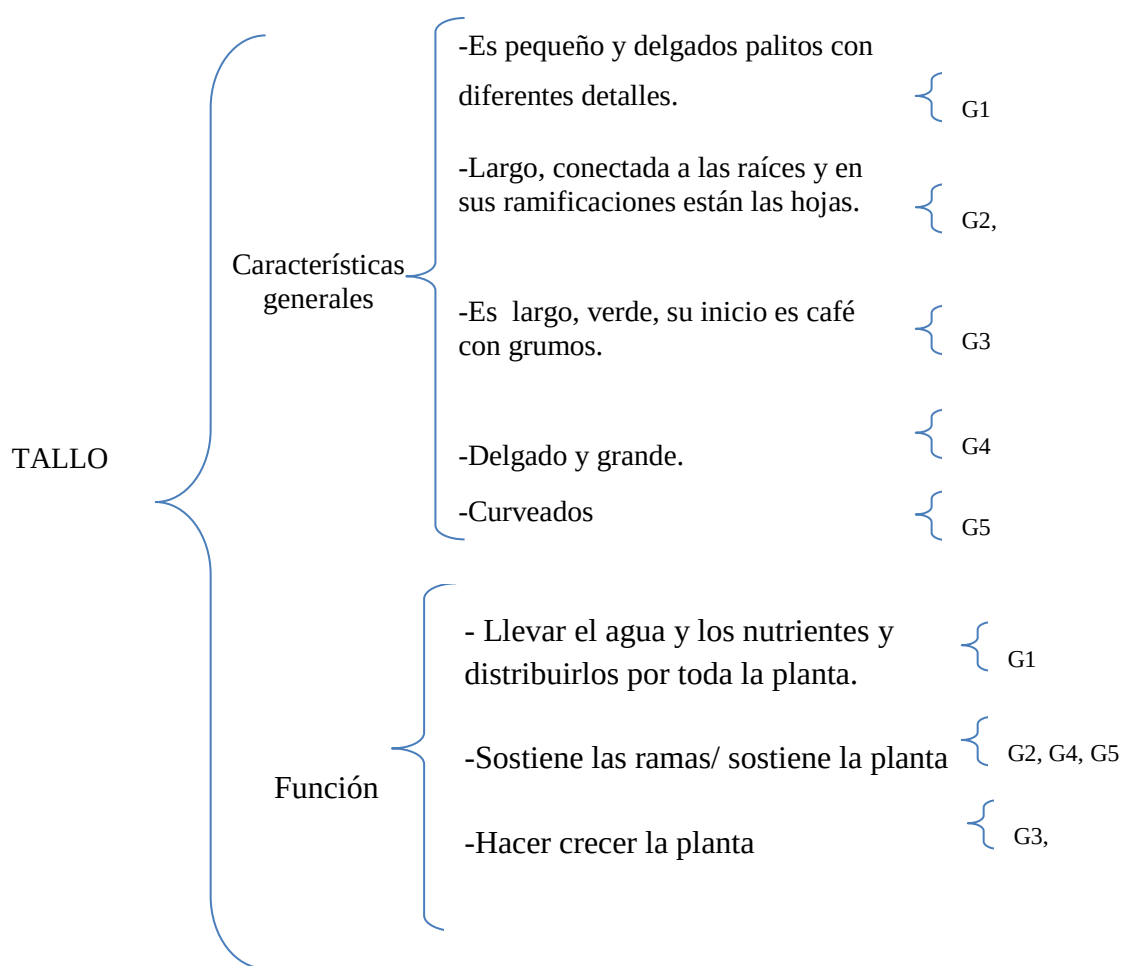


Figura 5.. Relación de las características y función/nes que los estudiantes le dan la raíz de las plantas

La mayoría de los estudiantes expresa que la función de las raíces es la absorción de los nutrientes, las cuales se encuentran en la tierra, así mismo, pero en menor proporción se le atribuye a la misma la absorción del agua.

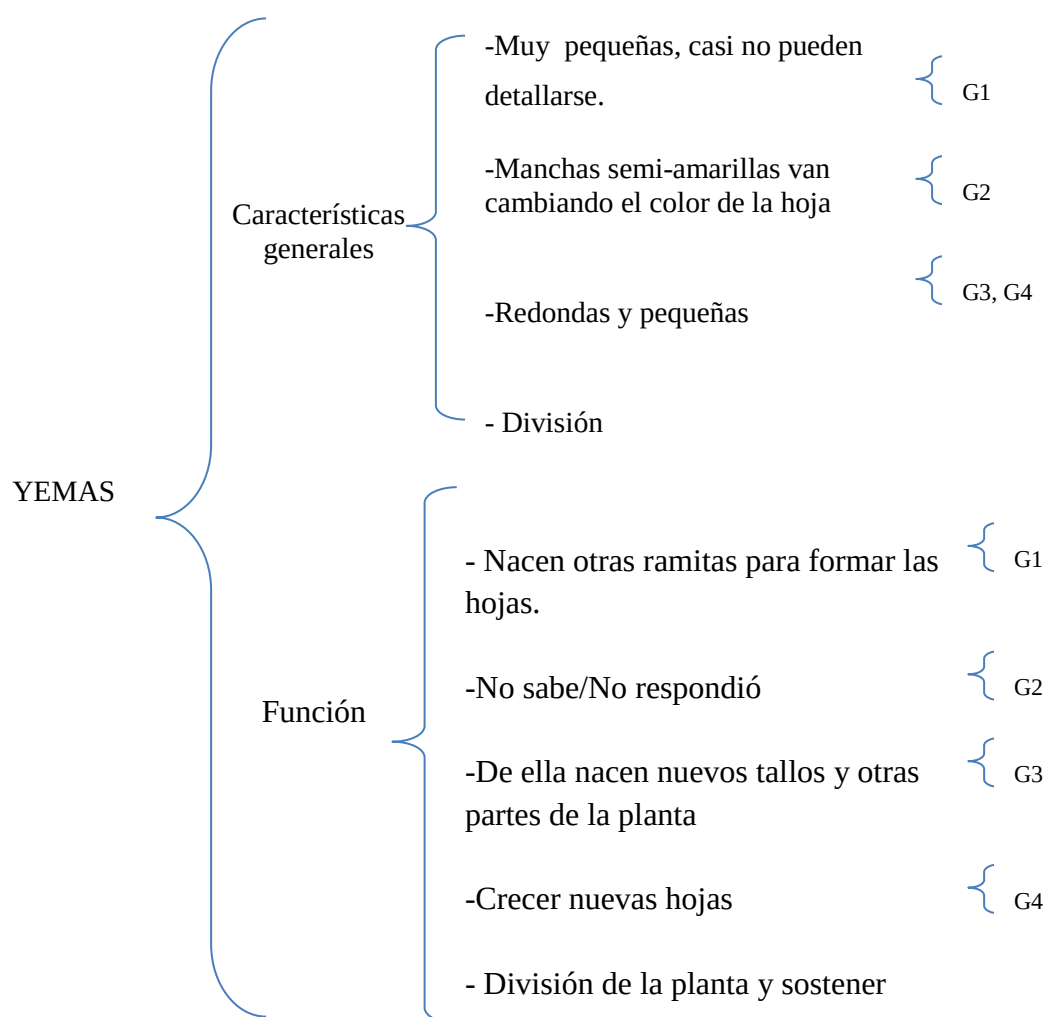


Figura 6. Relación de las características y función/nes que los estudiantes le dan a las yemas de las plantas.

Para el establecimiento e identificación de las yemas de una planta, fue necesario hacer una claridad de donde están ubicadas, para ello, se les hizo la siguiente pregunta ¿alguno de ustedes sabe que son la yemas? A lo que contestaron:

E8: “*La del huevo*”

En este punto fue necesario recordar que nos estábamos refiriendo exclusivamente a las plantas.

E4: *“Las yemas de la planta son las rayitas de la hojas”*

E1: *“Pues son como unos brotecitos que están como en la planta y que de allí van saliendo las hojas o las ramitas de la planta”*

En general para dentro de la función de las yemas, finalmente todos los estudiantes lograron identificarlas como zonas donde posterior mente se va a presentar el crecimiento de las ramas, tallos y/o hojas. Por otro lado, dentro de la guía de trabajo también se propusieron las siguientes preguntas:

¿Los instrumentos facilitan la observación de las muestras? A esta pregunta todos los grupos respondieron afirmativamente:

G1: *“La lupa es un gran elemento de ayuda para observar los pequeños detalles que tiene la planta”*

¿Qué otro tipo de instrumentos mejorarían la observación de las muestras?

G4: *“Microscopio”*

G2: *“Probablemente un microscopio”*

G3: *“Celular, microscopio”*

G1: *“Los objetos que tienen aumento, permiten un mejor trabajo de detalle, por ejemplo, la lupa, microscopio, entre otros.”*

Como conclusión el grupo G1 propone:

G1: *“Se nos entregó a todos una planta, la cual detallamos con lupa, tenía algunas coincidencias con lo que escribieron los compañeros. La mayoría tenía la misma estructura y función, entre otras cosas”*

5. Observación de las características microscópicas de una planta.

Objetivos.

- Realizar observaciones de distintos tejidos vegetales
- Reconocer algunas particularidades de cada tipo de tejido vegetal
- El registro de las observaciones mediante la utilización de esquemas.

Descripción: El desarrollo de esta clase se llevó a cabo dentro de dos fases, en la primera se realizó una pequeña introducción al uso del microscopio; luego se les presentó y explico la guía de trabajo que se iba a utilizar (ver **anexo 6**). En la fase posterior, se realizó la observación de las muestras.

Esta sesión, generó mucha expectativa y entusiasmos entre los estudiantes, puesto que no conocían el microscopio, lo que de entrada generó una gran dificultad, porque gran parte de la sesión se dedicó a explicar las partes y el funcionamiento del instrumento.



Figura 7. Estudiantes realizando reconocimiento del microscopio y revisando la guía de trabajo.

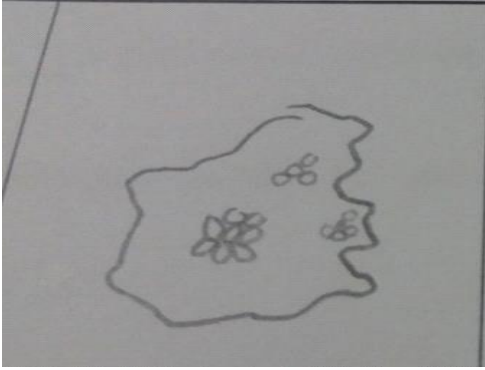
En este proceso se hizo especial énfasis en el manejo de la guía y de las indicaciones allí descritas, puesto que sin esta el manejo de la sesión no podría ser llevada a cabo.

De manera previa se tenían realizados los cortes con los cuales se iba a trabajar, pero para permitir que los estudiantes tuviesen una idea y un acercamiento con este proceso se les pidió que tomaran muestras del catafilo de la cebolla (tela blanca) para que así pudiesen entender cómo debe realizarse el corte, selección y toma de una muestra para poder ser observada al microscopio.

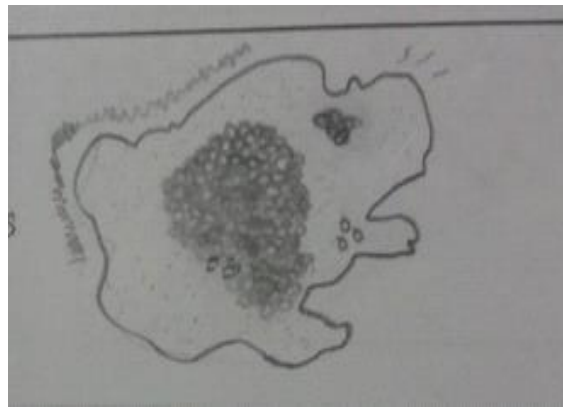


Figura 8. Estudiantes tomado registros fotográficos de las observaciones realizadas en el microscopio.

PARTES DE LA PLANTA OBSERVADAS AL MICROSCOPIO	
Evento o fenómeno observado:	
Dibujos y descripción verbal de las observaciones hechas en el microscopio	
Tallos	



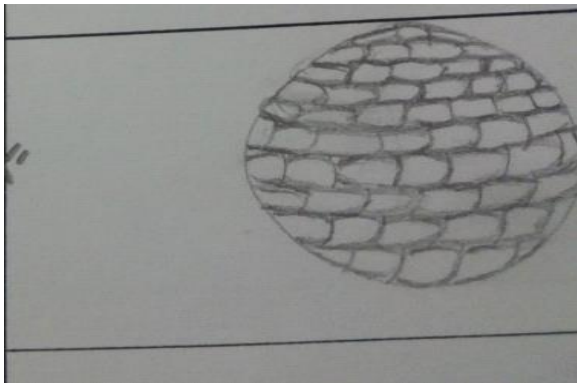
Su función es enviar agua y nutrientes para toda la planta.



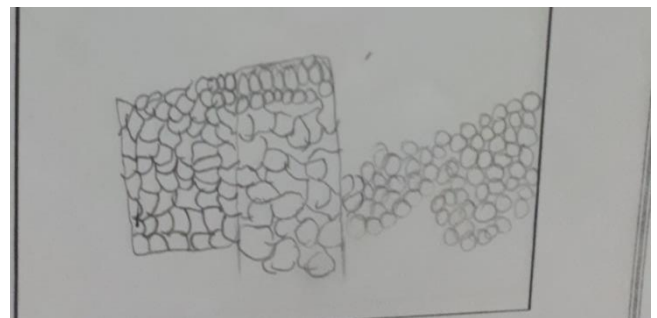
Función: Absorbe los nutrientes y agua para repartirlo a toda la planta; la forma celular es redonda.

Espacios intercelulares: Algunos están juntos, con espacio nulo, pero hay unos que están separados

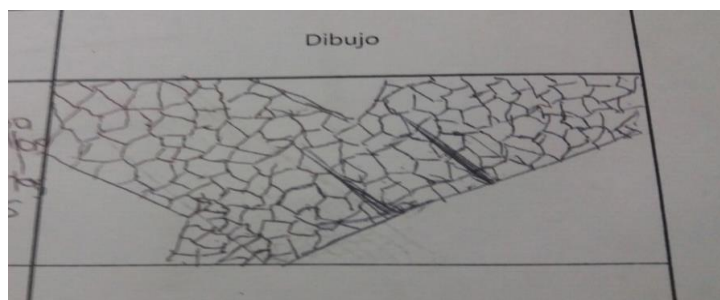
Hojas



Forma celular: Como la de un hexágono, son como de serpiente o de cocodrilo "Fea"

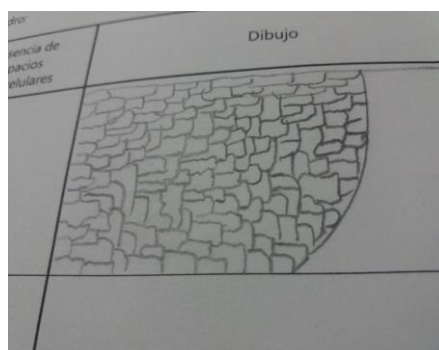


La función de cada hoja es ayudar en el proceso de fotosíntesis



Función: Hacer fotosíntesis o sea convertir el sol en alimento, también sirve para esparcirlo.
 Forma celular: son algo cuadradas también triangulares es una combinación rara entre ellos.
 Espacios intercelulares: No hay espacio entre ellas, están totalmente juntas, el espacio es nulo.

Raíces



Función: Absorbe los nutrientes.
 Forma celular: tiene forma de unos cubitos, líneas, círculos, tiene paredes.

Tabla 4. Dibujos y descripciones de las observaciones realizadas por los estudiantes al microscopio.

El tipo de imágenes realizadas por los estudiantes suelen corresponder con formas circulares, hexagonales, o amorfas, en la mayoría de casos sólo representan la forma de las células, obviando el núcleo, la forma de la misma o el espacio intracelular. En este aspecto se evidencia que los estudiantes intentan representar la idea de célula que tradicionalmente han observado en los libros de texto.



Figura 9. Estudiantes tomando registro de las actividades realizadas.

Clarificación conceptual:

Objetivo: Dar claridad sobre algunos de los términos que se han venido abordando y que se abordaran posteriormente en las sesiones.

Descripción: Partiendo de las dudas que presentaban los estudiantes en esta fase de la propuesta, se realiza una discusión de los factores que afectan el crecimiento vegetal hasta el momento y de cómo se están entendiendo hasta el momento, buscando así aclarar ideas o reafirmar la existentes.

—Para poder abordar el crecimiento vegetal, es necesario tener en cuenta que el crecimiento vegetal lo podemos dividir en dos partes, la primera fase del crecimiento vegetal, podemos mencionarla, cuando tenemos las semillas, y la segunda fase, es cuando ya tenemos una planta adulta, en este caso cuando nosotros tenemos una semilla ¿Qué será lo que hace que la semilla empiece a crecer? ¿Alguno tiene alguna idea?

E12: “el agua, la tierra”.

—Muy bien Nicolle, es decir, el agua genera una señal, que le indica a la planta que ya tiene las condiciones para iniciar a crecer. Para algunos casos de semillas, por ahí les dijo Pechene, hay algunas plantas que las condiciones climáticas como la humedad, ayuda y también la aireación del suelo, ayudan a que ese proceso de crecimiento de la semilla se vea mucho más potenciado. Entonces cuando el agua, toca la semilla, primero busca penetrar la parte exterior de la semilla. Ustedes saben que por ejemplo, hay semillas que son un poquito duras, o fuertes, cierto, entonces, en primer lugar o que el agua hace es penetrar o romper esa primera capa que tiene la semilla, para poder ingresar dentro de la semilla. ¿Alguno tiene idea de que es lo que hay dentro de la semilla?

E: “*Raíz*”

Alguien dijo que hay raíz, pero ¿Qué será ese contenido?

E13: “*Hojas no desarrolladas*”

No, dentro de esas semillas, hay un embrión, es decir esta la planta en un estado como quiescente, ¿qué quiere decir? La planta esta como esperando, perdón la semilla está esperando la señal para que ella pueda empezar a crecer, como decía Pechene, ese pequeño embrión de esa semilla ¿qué tiene?, tiene unos nutrientes que son los que le ayudan a la planta a crecer, es decir, es por eso que por ejemplo la semilla por si sola tiene unos ciertos nutrientes, entonces es por eso que por ejemplo, nosotros consumimos semillas, por que

E: garbanzos, alverjas

Esas semillas tienen unos nutrientes, cuando yo pongo a germinar esa semilla, esos nutrientes no me los estoy comiendo yo, sino que lo que está pasando, esos nutrientes van a ser utilizados para

E13: “*El organismo*”

¿Qué organismo en este caso?

E13: “*El organismo profe*”

Me devuelvo, tomemos el caso del frijol, el frijol yo me lo puedo comer, el frijol me genera ciertos nutrientes, pero si yo no me lo voy a comer, sino que yo lo siembro ¿Qué sucede con el frijol? ¿Qué pasa con esos nutrientes que tenía el frijol?

E11: *“nacen otros frijolitos”*

Esos nutrientes que tenían el frijol, bien Miguel, son utilizados, para la formación del organismo grande, que se va a generar ¿Qué en este caso va a ser? La planta de frijol. Entonces cuando yo tengo una semilla, ¿lo primero que empieza a crecer que es?

E: *“La raíz”*

Como una raicita, cierto, esas raicitas son conocidas como periciclo.

E4: *“¿periciclo?”*

Si esa es como una especie de raíz que luego va a dar lugar al tallo, y a las raíces reales de la planta. Luego, cuando la semilla ha completado su proceso de germinación y tiene un tamaño prudente ¿Qué sucede? Ya la planta va a estar en una etapa de crecimiento primario, donde la planta va a empezar a generar ciertas partes, creo que ustedes la mayoría, alcanzaron a observar las yemas de la planta, esas yemas de la planta como se sacaron, yo cogí un frijolito que ya había iniciado su proceso de germinación y le corte un pedacito muy delgado, así como ustedes observaron en el microscopio ¿Cómo se veían esas células Zambrano? ¿Las viste?

E: No

¿Gómez cómo se veía las yemas?

E13: *“Pues se veían como delgadas, unas como gruesas”*

No sé si ustedes hayan visto lo mismo que yo, se veían como si fueran góticas de agua, pegaditas cierto, como pequeñas moléculas de agua pegaditas, pegaditas, pero no se veía como nada más, sino que la aglomeración de las células.

E4: *“Se veía como una yema de huevo”*

E: Se veía como salpicado

Se veía como si hubieran tirado agua y hubiera caído allí ¿Por qué? Porque el tejido que hay en las yemas es un tejido que no está diferenciado, es decir, es un tejido que después va a dar lugar a las otras partes que tiene la planta, ese tipo de tejido es conocido como tejido meristemático, es haga de cuenta, muy similar como las células madre ¿Quién sabe que es una célula madre?

E2: *“las que se convierten en otras células”*

E13: *“las más importantes”*

Con las células madre se están haciendo muchos estudios, ya que, ellas son importantes porque ellas casi que pueden convertirse en células de cualquier parte del cuerpo.

E13: *“¿Se pueden clonar?”*

Con ellas son las que generalmente se hacen esos procesos, muchas veces con las células madre.

Luego se procedió a la explicación de la actividad siguiente.

6. Montaje del frijol y del pepino

Objetivo:

- Reconocer el crecimiento vegetal como un fenómeno natural el cual puede ser manipulado por el hombre.

Descripción: Previamente se organizaron en grupos de tres estudiantes, de tal manera que cada grupo tenga dos vasos, y así poder comparar que sucede con la semilla de frijol al poner el vaso boca abajo. Los estudiantes se propondrán hipótesis luego de tener listo el montaje experimental. **(Ver anexo 7)**

Luego de realizar la actividad experimental, les presentó a los estudiantes el video “Tropismos” a partir del cual se les explicó que este fenómeno ocurrido en este montaje

experimental se explica gracias a los tropismos, siendo que indistintamente la posición de la semilla, las raíces se dirigen siempre hacia abajo (gravitropismo positivo) y las hojas y tallos hacia arriba (fototropismo positivo)



Figura 10. Estudiantes presentando los resultados de su montaje experimental.

7. Tropismo: Fototropismo

Objetivo:

- Permitir en el estudiante la comprensión del concepto de fototropismo y geotropismo.
- Realizar montaje para el experimento en el que se manipule la planta buscando su reacción al efecto de presencia de la luz. **(Ver anexo 8).**

Descripción: Realizada la actividad anterior, se buscó que los estudiantes reafirmaran el

concepto de tropismos, por lo que se realizó el montaje propuesto en el *anexo 8*, con el cual se pudo verificar como las hojas y los tallos bajo cualquier condición, bien sea de luz o de ubicación, estás van a estar orientadas hacia el sol.

8. Factores externos que afectan el crecimiento vegetal: Los nutrientes

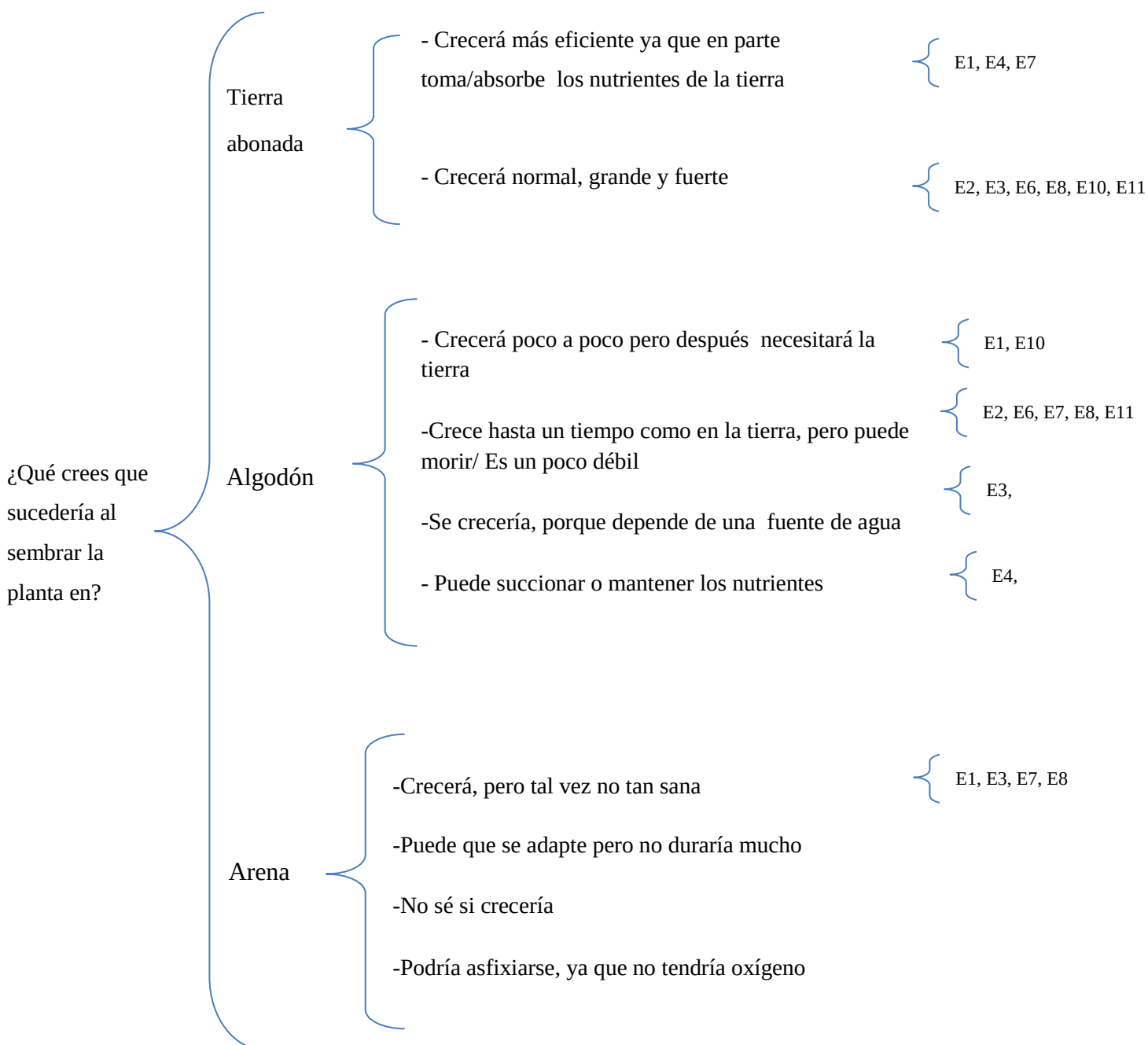
Objetivos

- Identificar la incidencia del sustrato dentro del crecimiento vegetal
- Plantear hipótesis ante un procedimiento experimental.

Descripción: Se propone la realización de una actividad donde cada estudiante debe sembrar una semilla en un medio diferente (tierra abonada, algodón, arena, piedras, aserrín), a la cual se le suministrará 2mL de agua diarios, **(Ver anexo 9)** ante esta situación, los estudiantes propusieron las siguientes hipótesis:



Figura 11. Estudiante explicando el crecimiento de la semilla/planta en diferentes medios.



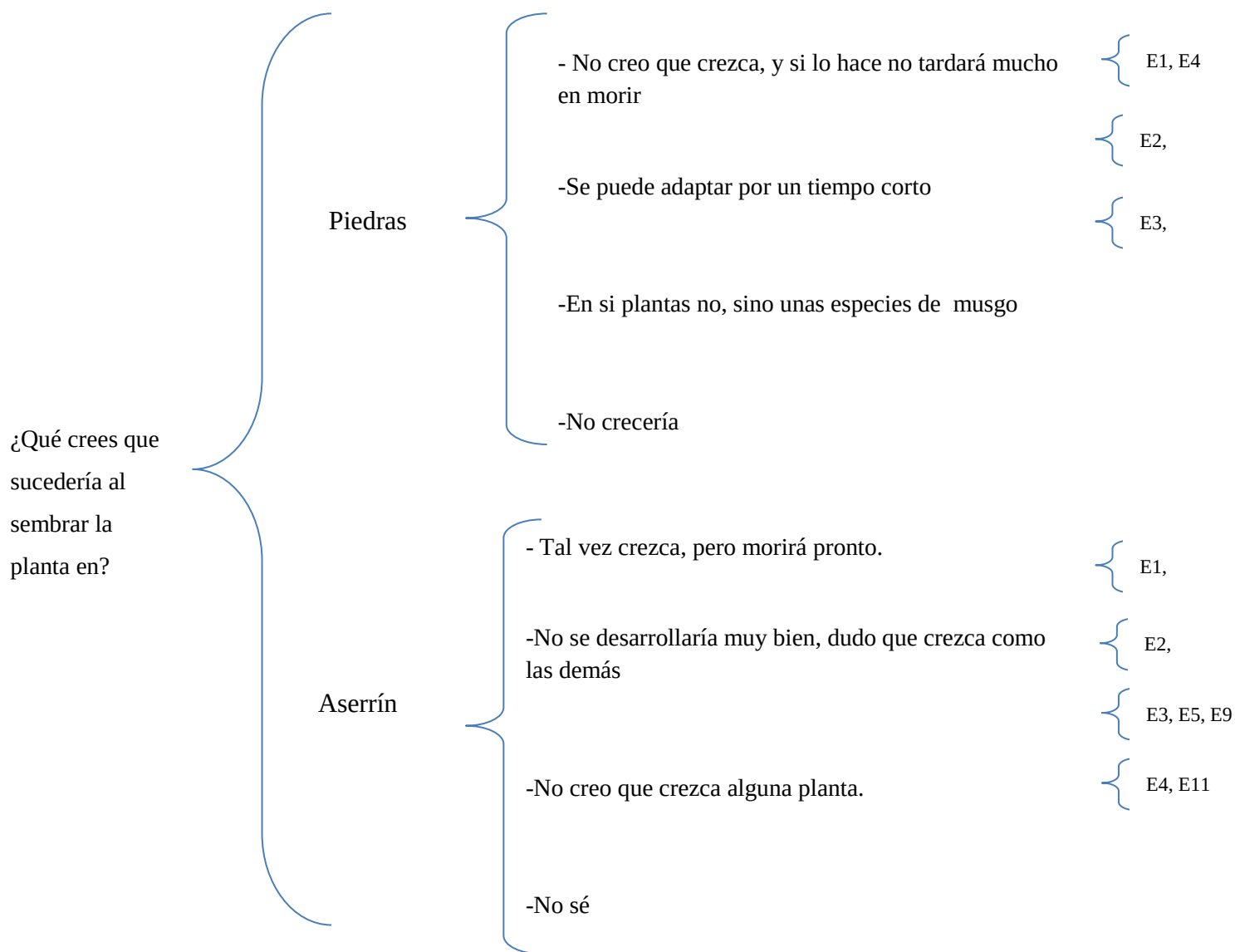


Figura 12. Ideas propuestas por los estudiantes al sembrar una semilla en diferentes medios.

Cuando se llevó a cabo la realización de la actividad anterior se pudo evidenciar que en todos los medios en los que se sembraron las semillas, estas germinaron, con la única variación que el crecimiento presentado se veía afectado por el tipo de medio, es decir, aunque pareciese extraño para los estudiantes el hecho de que la planta germinara en piedras o en aserrín, las semillas

lograron germinar en este medio, pero con el paso de los días se observó que este era insuficiente para un óptimo crecimiento de la misma.

Es así como se llega a concluir dentro de esta actividad que el proceso de germinación de la semilla no tiene unos requerimientos nutricionales y de sustratos específicos, pero estos se van haciendo evidentes a medida de que la plántula va creciendo, por lo que es probable que esta germine siempre y cuando tenga el suministro de agua óptimo, pero un mayor crecimiento está condicionado por el tipo de nutrientes obtenidos en el suelo, siendo en este caso la tierra el medio que mejor cumple con estas características.

9. Factores externos que afectan el crecimiento vegetal: La temperatura

Objetivo: Identificar si la temperatura puede llegar a ser un factor influyente en el crecimiento vegetal

Descripción: Como previamente se había identificado con los estudiantes tal parecía ser que la temperatura tuviese una incidencia sobre el crecimiento vegetal, por lo que se les propuso que plantearan de qué manera se podía probar la incidencia de la temperatura en el crecimiento, por lo que se llegó a la conclusión de que la mejor manera, era poner a germinar una semilla a temperatura ambiente y otra a una baja temperatura (en una nevera).

Dentro de los reportes de los estudiantes en la actividad, se pudo evidenciar que la temperatura puede identificarse como un factor influyente en el crecimiento vegetal, pues en todos los casos reportados, la semilla no presentó crecimiento al estar en la nevera, caso contrario a lo que sucedió a temperatura ambiente. **(Ver anexo 10)**

Para poder ilustrar en este mismo sentido la incidencia de la temperatura se realizó la actividad propuesta en el anexo (El papel de la temperatura en el crecimiento vegetal), donde al poner una papa amarilla en la nevera y otra a temperatura ambiente, los resultados obtenidos, dan cuenta de que los “ojitos de la papa” siguen creciendo en la nevera, pero su crecimiento es mayor a temperatura ambiente, reconociendo que a temperatura ambiente luego de cierto tiempo esta inicia a descomponerse.

10. Factores internos que afectan el crecimiento vegetal: Las fitohormonas

Objetivos: Reconocer las auxinas como fitohormonas que inciden el crecimiento vegetal.

Descripción: A esta actividad se dio inicio abordando el término *fitohormonas*, los estudiantes refirieron no haber escuchado el tema con anterioridad, por ende se dividió la palabra en sus raíces, haciendo énfasis en que la palabra *fito* hace referencia a lo vegetal y las *hormonas* son un poco más conocidas, algunos estudiantes reconocen las hormonas en los animales, como los estrógenos y la progesterona, de allí se menciona que las hormonas son reguladores de procesos fisiológicos y que estas están presentes en los animales y en las plantas, pero en las plantas estas funcionan a través de mecanismos un poco más sencillos que el los animales, esto sin restarle importancia a los organismos vegetales. En este sentido se establece que las fitohormonas son mensajeros químicos que regulan algunos de los procesos fisiológicos en las plantas (**Ver anexo 11**).

Posteriormente se propone a los estudiantes trabajar con la guía del anexo (*El crecimiento vegetal. Más allá de los factores externos*) en la que tenemos el siguiente interrogante ¿Cómo la auxina (ácido naftalacético) incide sobre el crecimiento radicular de la plántula de pepino?

En la realización del procedimiento algunos grupos de trabajo presentaron inconvenientes, pues por falta de cuidado se murieron algunas plántulas o semillas, por lo que para ello se retomaron los datos de un grupo que logro llevar a cabo el procedimiento a término, reconociendo que este tipo de sucesos hacen parte de la realización de una actividad experimental, la cual está sujeta a posibles errores procedimentales, los cuales se verán portestamente reflejado en la toma de datos.

Se encontró que con la menor aplicación de la auxina, se evidencio mayor cantidad de raíces en las plántulas, situación esperada con la aplicación de estas, las cuales actúan estimulando la elongación y el número de raíces.

Algunas de las conclusiones a las que se llegan con esta actividad son:

- “Las auxinas activan el crecimiento de las plantas por lo que las podemos utilizar para

cultivos o procesos en los que se necesite que las plantas crezcan rápido.”

- “la semilla presenta cambios en su coloración y tamaño. sin embargo, aún no aparece la planta.”

En este aspecto se evidencia que de una u otra manera las auxinas y en particular el ácido naftalacético tiene una papel que puede llegar a ser clave dentro del crecimiento vegetal, a pasar de ser casi que desconocido para los estudiantes, pues representa comprender en forma clara los factores externos del crecimiento vegetal (agua, luz, temperatura, sustrato, entre otros).

5.3 Discusión de resultados.

Considerando los resultados obtenidos en el proceso, con respecto al estado inicial, abordado a partir de la aplicación del encuesta y el trabajo inicial realizado con el grupo de estudiantes.

CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES ACERCA DEL CRECIMIENTO VEGETAL		
Criterio de evaluación.	Resultados momento inicial	Resultados momento final
	Dificultades	Logros alcanzados
<i>Realización y reflexión acerca de las actividades experimentales.</i>	Inicialmente los estudiantes sólo logran vincular la realización de actividades experimentales con el aprendizaje de habilidades y el trabajo en grupo, no ven en estas una herramienta capaz de potenciar el aprendizaje de fenómenos o conceptos. En la mayoría de los casos los estudiantes no conocían y/o no sabían utilizar algunos instrumentos básicos propios de la biología	A través de la realización de actividades experimentales los estudiantes lograron acercarse de diversas formas a un fenómeno natural, trabajando habilidades tanto conceptuales como procedimentales. Los estudiantes desarrollaron habilidades procedimentales, entendiendo la aplicación y el uso de determinados instrumentos tales como la lupa, microscopio, porta y cubre objetos.

<i>Descripción y registro de datos.</i>	Los estudiantes presentan dificultades para poder registrar datos, los cuales suelen ser bastante discretos, por lo que se hace necesaria la revisión de su escritura, al igual que se les pide que organicen sus ideas.	Se incentivó a los estudiantes buscando que estos logran vincular a su lenguaje cotidiano términos propios de las ciencias naturales, generando explicaciones a una situación de la vida cotidiana tal como lo es el crecimiento vegetal. Aunque en los estudiantes se siguen evidenciando algunas dificultades para argumentar, se evidencia un progreso en este sentido, el cual sería conveniente seguir abordando.
<i>Identificación de los factores que afectan el crecimiento vegetal.</i>	Los estudiantes manifiestan que tienen una marcada cercanía con el fenómeno en cuestión, pues de una u otra manera han visto crecer una planta. Aluden que el crecimiento vegetal se debe a aspectos como que las plantas se alimentan por la fotosíntesis, gracias a los rayos solares, gracias a Dios, agua, luz solar, tierra y aire.	Los estudiantes logran comprender que en torno al crecimiento vegetal hay vinculados tanto factores externos como internos, los cuales dan como resultado el crecimiento vegetal.
<i>Explicaciones que dan los estudiantes al crecimiento de las plantas.</i>	Los estudiantes aluden tanto a unas necesidades afectivas (cuidado especial, buen cuidado, un lugar libre) para lograr un óptimo crecimiento en las plantas; como a unas necesidades fisiológicas (agua, sol, tierra fértil, abono)	

Tabla 5. Paralelo entre los resultados del momento inicial y final.

Apoyándonos en Gómez (2006) podemos afirmar que en el contexto escolar las explicaciones suelen estar asociadas a la construcción de modelos teóricos. Al apoyar la unificación de conocimiento permiten abarcar más fenómenos que pueden parecer diversos pero que se relacionan al ser explicados por un modelo teórico (Solsona, 1999). Así, apoyan la organización del conocimiento dado que se utilizan pocas ideas, pero claras, para considerar una diversidad de hechos.

Es decir, se buscó que los estudiantes tuviesen un manejo conceptual, buscando generar explicaciones científicas, las cuales estuviesen manejadas desde un lenguaje fácil de comprender para ellos, siendo que en este caso se usan las actividades experimentales como herramienta capaz de lograr este acercamiento.

Tal como afirma Séré (2002) *p357* se puede decir que se esperan diferentes tipos de resultados con la enseñanza de las ciencias. Estos resultados se destacaran lo siguientes:

- Comprender la teoría, es decir, los conceptos, los modelos, las leyes, los razonamientos específicos, que muy a menudo difieren notablemente de los razonamientos corrientes;

- Realizar experiencias mostrando un cierto número de realidades, hechos y aparatos que utilizan teorías y procedimientos, para adquirir la experiencia.

- Aprender a usar el saber teórico aprendido para que esté presente y sea utilizado cuando se trate de realizar un proceso completo de investigación.

Sin duda las actividades experimentales son estrategias didáctica motivadoras para los estudiantes en las que nos podemos valer de diversos materiales y recursos para fortalecer las competencias científicas en los estudiantes estimulando su participación activa en las diferentes propuestas de enseñanza - aprendizaje. (Mejía, 2014)

CONSIDERACIONES FINALES

Las actividades experimentales representan una estrategia de enseñanza-aprendizaje eficiente. Efectivamente, constituyen una estrategia que posibilita promover en los estudiantes un real interés por abordar una temática y estudiarla a una mayor profundidad mediante el empleo de este tipo de actividades. De esta forma, es posible propiciar la generación de explicaciones en las ciencias naturales, y en este caso, sobre el fenómeno del crecimiento vegetal. También, se busca la generación de cuestionamientos por parte de los estudiantes para con la observación del crecimiento vegetal como un fenómeno natural. Sin embargo, se identifica el tiempo como una dificultad en el desarrollo de estas actividades. Por ello, se ve la necesidad de elaborar una planeación adecuada, puesto que nada debe estar puesto al azar.

Las actividades experimentales son un recurso didáctico que suele ser usado dentro de la enseñanza de la biología, teniendo en cuenta que estas demandan mayor tiempo para su aplicación si las comparamos con otro tipo de recursos, además que en ocasiones estas suelen salirse un poco de los tiempos propuestos por el currículo.

Este tipo de actividades permite potenciar en los estudiantes tanto habilidades de tipo procedimentales, como conceptuales, pues para estas, no solamente es necesario reconocer y manipular un instrumento, sino que también es necesario reconocer la carga conceptual que implica dicho instrumento y el contexto en el cual está siendo utilizado; es así como las prácticas experimentales permiten promover la construcción de explicaciones en torno al crecimiento vegetal, siendo este un fenómeno a simple vista muy sencillo de entender, por lo cual se podría asumir que los estudiantes lo conocen ampliamente, pero se observa que a los estudiantes les cuesta poner esos contenidos teóricos que ya tienen, en función de la interpretación de un fenómeno.

Es una paradoja que a los estudiantes les cueste generar explicaciones desde la comprensión de las ciencias naturales como la suma de fenómenos, pues suelen reconocer los conocimientos de manera fraccionada, por lo que poner dichos conocimientos al servicio de un todo les suele generar cierto tipo de dificultades, por esta razón es importante incentivar la generación de

interrogantes, de cuestionamientos a la vida cotidiana, para llegar a una educación en ciencias un poco más reflexiva.

Así pues, con la implementación de las actividades diseñadas fue posible, inicialmente, conocer las ideas que sostenían los estudiantes frente al crecimiento vegetal y las actividades experimentales, y su gran gusto por este tipo de actividades. Sin embargo, se identificó su desconocimiento de la utilidad que estas pueden llegar a representar para su proceso de aprendizaje de las ciencias naturales. Por otro lado, a pesar de que el crecimiento vegetal es muy cercano a los estudiantes, estos no conocían las implicaciones de este fenómeno natural. De ahí que, se reconozca el crecimiento vegetal como un fenómeno de naturaleza compleja, el cual para su entendimiento requiere del conocimiento e interrelación de un conjunto de factores que dan lugar a que dicho fenómeno suceda. Por ello, con las posteriores actividades los estudiantes tuvieron la oportunidad de reconocer el papel de cada uno de estos factores en el crecimiento de las plantas, a través de actividades experimentales e intercambio de ideas con la docente y sus pares, comprendiendo finalmente de una forma más amplia dicho fenómeno.

El desarrollo de este trabajo ha permitido profundizar en una serie de reflexiones que han sido preocupación para el proyecto *Propuesta de un modelo de practica experimental para la enseñanza de las ciencias naturales una experiencia durante la formación inicial del licenciado en educación básica* orientado por Mg. Miyerdady Marín Quintero. Si bien en la actividad científica propiamente dicha el experimento podría servir para validar y legitimar las teorías, en el ámbito de la enseñanza de las ciencias no es por lo menos el único el papel de éste. Como se ha mostrado, las actividades experimentales pueden llegar a jugar un papel muy importante en la construcción de las explicaciones sobre el fenómeno estudiados en el aula (crecimiento vegetal), esto sin desestimar la importancia que pueden llegar a tener otro tipo de estrategias didácticas para el aprendizaje de este u otros fenómenos propios de las ciencias naturales, los cuales busquen romper con dificultades por las cuales puede verse limitada su implementación: La falta de una metodología didáctica que conjugue teoría y práctica de una manera eficaz y coherente; la falta de formación que tienen los docentes en el diseño de actividades experimentales; la carencia de materiales y de instrumentos; el costo de los reactivos; la realización de actividades y por los riesgos que conlleva una deficiente manipulación y por el contrario evidenciar una relación dinámica entre la teoría y la práctica.

Por último, es necesario recalcar la importancia de la realización de actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias, las cuales permitan una mayor posibilidad de aprendizajes significativos en los estudiantes y una mejor comprensión de la ciencia como una construcción de carácter teórico-práctica. En este sentido, la realización de actividades experimentales en el contexto escolar, contribuyen con la generación del pensamiento sociocientífico en estudiantes de educación media, acercándolos a la comprensión de su entorno desde el abordaje de fenómenos naturales. Reconociendo que la enseñanza de las ciencias, además de favorecer la comprensión teórica de temáticas y conceptos, se debe favorecer y promulgar el desarrollo de habilidades cognitivas que permitan llevar al estudiante a reflexionar acerca de su rol dentro de la sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barberá, O., y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 365-379.
- Bliss, J., Monk, M. & Ogborn, J. (1983). *Qualitative data analysis for educational research: a guide to uses of systemics networks*. London: Croom Helm.
- Caamaño, A. (2005). Trabajos prácticos investigativos en química en relación con el modelo atómico-molecular de la materia, planificados mediante un diálogo estructurado entre profesor y estudiantes. *Educación química*, 16(1), 10-19.
- Carrascosa, J., Pérez, D. G., Vilches, A. & Valdez, P. (2008). El papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2), 157-181.
- Casanova, E. (2005). Introducción a la ciencia del suelo. UCV-CDCH. Caracas, Venezuela.
- Correa, M. & Valbuena, U. (2012). Estado del arte sobre los trabajos prácticos en la enseñanza de la biología abordados en publicaciones (2004-2006). Resultados relacionados con la imagen de Práctica. *Biografía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 5(8), 117-135.
- Correa, M., y Valbuena, U. (2012). Estado del arte sobre los trabajos prácticos en la enseñanza de la biología abordados en publicaciones (2004-2006). Resultados relacionados con la imagen de Práctica. *Biografía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 5(8), 117-135
- Courtis, A. C.(sf.) Cátedra de Fisiología Vegetal. universidad nacional del nordeste. Argentina
- Del Castillo, S., María, J., y Manzanares G., M. (2006, June). Alfabetización científica. In *Congreso iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+ I. Palacio de la Minería, México*.
- Eder, M. L. & Adúriz-Bravo, A. (2008). La explicación en las ciencias naturales y en su enseñanza: Aproximaciones epistemológica y didáctica. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 4, 101-133. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134112597007>

- Eder, M. L., y Adúriz-Bravo, A. (2008). La explicación en las ciencias naturales y en su enseñanza: Aproximaciones epistemológica y didáctica., 101-133
- Flores, J., Caballero Sahelices, M. C. & Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de investigación*, (68), 75-111. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376140383004>
- Furió, C., Payá, J. & Valdés, P. (2005). Capítulo 4: ¿Cuál es el papel del trabajo experimental en la educación científica? En Gil, D., Macedo, B., Martínez, J., Sifredo, C., Valdés, P. & Vilches, A. *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago de Chile: UNESCO
- Gil, P. D. y Valdés, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14, 155-163.
- Gómez, A. A. (2006). Construcción de explicaciones científicas escolares. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 73-83.
- Hernández Villalobos, L. (2014). Los fenómenos y sus causas. Una oportunidad para aprender a hacer ciencia y ejercitar la imaginación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11, 68-82. Recuperado de <http://internet.redalyc.org/articulo.oa?id=92029560007>
- Hernández, S. R, Fernández, C. & Baptista, L. P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: Editorial Mc Graw Hill.
- Izquierdo i Aymerich, M., Espinet Blanch, M., y Sanmartí, N. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 045-59.
- Jiménez, M. P. & Puig, A. B. (2010). Argumentación y evaluación de explicaciones causales en ciencias: el caso de la inteligencia. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (63), 11-18.
- Jorba, J., y Sanmartí, N. (1996). Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua: Propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas. Ministerio de Educación.
- León, A. I. & Venegas, N. (1993). *La enseñanza de las ciencias naturales y la formación docente en la educación básica*. Memorias del seminario-taller: La escuela y las

ciencias naturales. Morelia, Michoacán, México, 57-69.

López F. Y. (2013). *Elementos de fisiología vegetal tropical*. Bogotá: Universidad nacional.

Maguregi, G. (2011). Las semillas no necesitan luz para germinar. XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias, 465-471.

Malagón Sánchez, J F; Sandoval Osorio, S; Ayala Manrique, M M; (2013). La actividad experimental: construcción de fenomenologías y procesos de formalización. *Praxis Filosófica*, (36) 119-138. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209029792006>

Márquez, C., & Pedreira, M. (2005). Dialogar sobre lo esencial: una propuesta de trabajo en la clase de ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 11(44), 105-112.

Martínez S., J. A. (2004). Crecimiento y desarrollo vegetal. Recuperado de: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Crecimiento%20y%20desarrollo.pdf>

Mejía, R. G. (2013). La construcción de un modelo científico escolar del crecimiento de las plantas en relación con la transformación de energía mediante una intervención didáctica (Doctoral dissertation, UPN-Ajusco).

McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa una introducción conceptual*. Pearson educación.

Norris, S. *et al.* (2005). “A theoretical framework for narrative explanation in science” (2005). “A theoretical framework for narrative explanation in science”. *Sci. Ed.*, 89: 535-563.

Rae, R. A. E. (2001). Diccionario de la lengua española. *Vigésima segunda Edición. Disponible en línea en* <http://www.rae.es/rae.html>.

Sánchez, F. M., Osorio, S. S., y Manrique, M. M. A. (2013). La actividad experimental: construcción de fenomenologías y procesos de formalización. *Praxis Filosófica*, (36), 119-138.

- Sandoval, S., Malagón, J. F. & Ayala, M. M. (2013). El papel de la actividad experimental en la ordenación de cualidades y construcción de fenomenologías. *Revista científica*, (Extra), 155-161.
- Segura, J. (2013). Introducción al desarrollo. Concepto de hormona vegetal. *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Azcón-Bieto, J. y Talón, M.(Eds.), McGraw-Hill Interamericana, Madrid y Edicions Universitat de Barcelona. Barcelona, 1413-1421.
- Séré, M. G. (2002). La enseñanza en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 357-368.
- Solsona, N., 1999, "El aprendizaje del concepto de cambio químico en el alumnado de secundaria", *Investigación en la Escuela*, núm. 38, pp. 65-75.
- Valverde, G. J., Jiménez, R. L., & Viza, A. L. (2006). La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de química: los niveles de abertura. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(1), 59-70.
- Villalobos, L. H. (2014). Los fenómenos y sus causas. Una oportunidad para aprender a hacer ciencia y ejercitar la imaginación. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 11(1), 68-82.
- Zambrano, C. A. & Viafara, R. (2000). Líneas de investigación y núcleos del saber pedagógico. *Revista Educación en Ciencias Experimentales*, (1), 22-100.

ANEXOS

Anexo 1.

CUESTIONARIO	
Este cuestionario tiene por objetivo la indagación sobre tus conocimientos y experiencias acerca de la realización de actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales y de algunos conocimientos frente a un campo específico de conocimientos propios de la biología.	
Nombre: _____	Grado: _____

1. ¿Te gustaría que te enseñaran biología usando actividades experimentales (en el laboratorio, en clase, en campo abierto, u otros lugares)?

☐ Si ☐ No

¿Por qué?

.....

.....

.....

.....

.....

2. ¿Qué crees que aprendes cuando realizas una actividad experimental? Marca la opción

- a. Aprendo los temas de clase
- b. Aprendo habilidades y destrezas (medir, observar, manipular instrumentos, entre otros)
- c. Aprendo a trabajar en grupo, a tener paciencia, cuidadoso, riguroso, a escuchar y respetar la opinión de los demás, entre otros.

2. ¿En qué asignaturas te han enseñado usando actividades experimentales?

☐ Ciencias Naturales	☐ Biología	☐ Química	☐ Física	☐ Ninguno
---	-----------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------

Otro.....

3. ¿En qué temas de las ciencias naturales has realizado actividades experimentales?

.....

.....

.....

.....

4. ¿Con qué frecuencia has realizado actividades experimentales?

☐ Siempre

☐ A veces

☐ Pocas

☐ Ninguna

5. ¿Cuál de los siguientes instrumentos/materiales conoces y o sabes utilizar?

Instrumentos/ materiales de laboratorio	Opinión			
	☐ No lo conozco	☐ Lo conozco	☐ Lo sé utilizar	☐ No lo sé utilizar
Gotero	☐ No lo conozco	☐ Lo conozco	☐ Lo sé utilizar	☐ No lo sé utilizar
Lupa	☐ No lo conozco	☐ Lo conozco	☐ Lo sé utilizar	☐ No lo sé utilizar
Microscopio	☐ No lo conozco	☐ Lo conozco	☐ Lo sé utilizar	☐ No lo sé utilizar
Estereoscopio	☐ No lo conozco	☐ Lo conozco	☐ Lo sé utilizar	☐ No lo sé utilizar
Porta y cubre objetos	☐ No lo conozco	☐ Lo conozco	☐ Lo sé utilizar	☐ No lo sé utilizar
Menciona otros que conozcas y/o sepas utilizar				

6. En tus experiencias de vida diaria, ¿has visto una planta crecer?

☐ Si

☐ No

¿Qué entiendes por el término **crecimiento** en las plantas?

.....

.....

7. ¿Cómo crees que crecen las plantas? Explica

Realiza un dibujo

8. ¿Qué crees que necesitan las plantas para tener un crecimiento adecuado?

9. ¿Qué crees que afecta negativamente el crecimiento de las plantas? (factores o condiciones que influyen en el crecimiento de las plantas)

This image shows a full page of blank primary-ruled paper. It features multiple sets of horizontal lines designed to help young learners write neatly. Each set consists of three lines: a solid top blue line, a dashed middle blue line, and a solid bottom blue line. These sets are repeated down the entire page, providing ample space for handwriting practice. The background is white, and the lines are evenly spaced across the width of the page.

Muchas gracias por tu colaboración!!

Anexo 2.

P.1. ¿Te gustaría que te enseñaran biología usando actividades experimentales (en el laboratorio, en clase, en campo abierto u otros lugares)?

A todos los estudiantes les gustaría realizar actividades experimentales en la enseñanza de la biología, lo que sugiere una amplia aceptación hacia la realización de las mismas y su realización.

Este resultado era de esperarse, puesto que los estudiantes tienen una buena aceptación hacia la realización de actividades experimentales en la enseñanza, dado a que estos siempre están esperando experiencias un tanto diferentes dentro del aula de ciencias naturales, es en este sentido como las actividades experimentales pueden llegar a representar para los estudiantes espacios de aprendizaje diferentes a los propuestos por la enseñanza tradicional.

P.2. ¿Qué crees que aprendes cuando realizas una actividad experimental

El 80% de los estudiantes considera que cuando se realizan actividades experimentales se aprenden habilidades. La mayoría de los estudiantes asumen que las actividades experimentales permiten la comprensión de habilidades y destrezas (medir, observar, manipular instrumentos, entre otros), los estudiantes entienden las actividades experimentales. Para este caso los estudiantes no ven las actividades experimentales como un eje central para el aprendizaje de temas en las ciencias.

P. 3. ¿En qué asignaturas te han enseñado usando actividades experimentales?

Los estudiantes responden que dentro del campo que más han realizado actividades experimentales se encuentra la biología está precedida por la química, y a su vez por la física. En este sentido, se puede asumir que los estudiantes tienen algo de experiencia con la realización de actividades experimentales en biología. En la siguiente pregunta, se exponen algunos de los experimentos que han realizado los estudiantes a lo largo de su vida escolar.

P.4. ¿En qué temas de ciencias naturales has realizado actividades experimentales?

Dentro de la formulación de esta pregunta, la cuál era de tipo abierta, se clasificaron los temas que en los que los estudiantes han realizado actividades experimentales en dos categorías, una para biología y otra para química de la siguiente manera:

P. 5 ¿Con que frecuencia has realizado actividades experimentales?

Los estudiantes refieren que han realizado muy pocas actividades experimentales en las ciencias naturales, teniendo en cuenta la P.1 donde ellos responden que les gustaría que les enseñaran con actividades experimentales, se considera que se realizan muy poca actividades de este tipo a pesar de que tanto los estudiantes como la literatura, las refieren como importantes en la enseñanza de las ciencias. Es así como se confirma la necesidad de la realización de actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales.

P.6 ¿Cuál de los siguientes instrumentos/materiales conoces y/o sabes utilizar?

Haciendo una generalidad, se puede aseverar que los estudiantes no conocen los instrumentos propios de la biología, como es el caso del microscopio y los porta/cubre objetos, por el contrario otros objetos como la lupa es bastante cercana a los estudiantes.

Se interpreta entonces, que la mayoría de actividades realizadas previamente consisten en experiencias, donde no se ha tenido la utilización de instrumentos propios de las ciencias naturales, los cuales pueden llegar a dotar a los estudiantes de habilidades propias de la educación científica.

El hecho de que los estudiantes no conozcan y por ende, no sepan utilizar instrumentos supone un grave problema en la enseñanza, aspecto que puede repercutir en la aplicación de actividades posteriores en la cual los estudiantes deben de desarrollar este tipo de habilidades.

P.7. En tus experiencias de vida diaria, ¿has visto una planta crecer?

Los estudiantes en su mayoría, sostienen que han visto crecer una planta, dado a que este es un fenómeno bastante cercano, dado a las condiciones contextuales de la ciudad, en la cual es fácil observar una buena cantidad de vegetación.

P.8 ¿Cómo crees que crecen las plantas? Explica. Realiza un dibujo

Las ideas propuestas por los estudiantes dan cuenta de que estos a lo largo de su ciclo escolar, han estado inmersos dentro de algunos manejos conceptuales, pero dichas ideas, se presentan solamente como ideas sueltas, las cuales suelen estar parcialmente argumentadas.

Inclusive, algunos le atribuyen respuestas asociadas con eventos religiosos o sobre naturales, lo que refiere que no se tiene una total claridad sobre el crecimiento de las plantas.

P.9. ¿Qué crees que necesitan las plantas para tener un crecimiento adecuado?

En esta pregunta los estudiantes refieren que las necesidades de una planta para su crecimiento, se encontraba muy asociado con las necesidades afectivas que esta pudiera tener. Se hizo particular el hecho de que para los estudiantes esas necesidades afectivas no estaban desligadas de las necesidades de ambientales/biológicas que la planta pudiera tener.

P.10. ¿Qué crees que afecta negativamente el crecimiento de las plantas? (factores o condiciones que influyen en el crecimiento de las plantas)

Tanto para la P.9 y P.10 los estudiantes acudieron a las vivencias que han tenido con el crecimiento de las plantas. Para el caso de esta pregunta, los estudiantes destacan tres ejes fundamentales: La contaminación, requerimientos esenciales de las plantas y la incidencia del hombre.

Anexo 3.

Las dudas de Simón sobre el crecimiento de las plantas



Simón es un niño campesino que vive en una finca, en la su familia cultiva una amplia variedad de productos agrícolas como por ejemplo, frijol, pepino, tomate, cebolla.

Desde muy temprana edad Simón ha observado a sus padres cultivar y cosechar los alimentos, siempre le asombra cómo en poco tiempo se presentan muchos cambios en la planta desde la plantación de la semilla hasta que se obtienen los frutos. Sin embargo, seguía preguntándose ¿cómo es el proceso de crecimiento de las plantas?

María, madre de Simón al ver su interés en el cultivo de plantas pensó que era un buen momento para que aprendiera acerca del oficio de la familia, por lo que le sugiere la siembra de frijol y de pepino ya que son plantas que crecen rápidamente. Entonces le da una pequeña parcela para que él pueda iniciar su propio cultivo, ella le explica que para ello necesitan tener primero listo el terreno, para sembrar este proceso consiste en remover la tierra y limpiarla de todo elemento extraño que interfiera con el desarrollo de los cultivos, como plagas, malas hierbas, restos de otros cultivos anteriores. Deben también desmenuzarse bien la tierra, para así poder permitir el aireado. Luego de la limpieza, es necesario alisar el terreno para evitar desniveles y encharcamientos, igualmente la tierra debe estar bien abonada, para así; luego seleccionar con mucho cuidado las semillas que se van a plantar para así poder obtener plantas saludables y observar su crecimiento que es lo que a Simón le interesa.

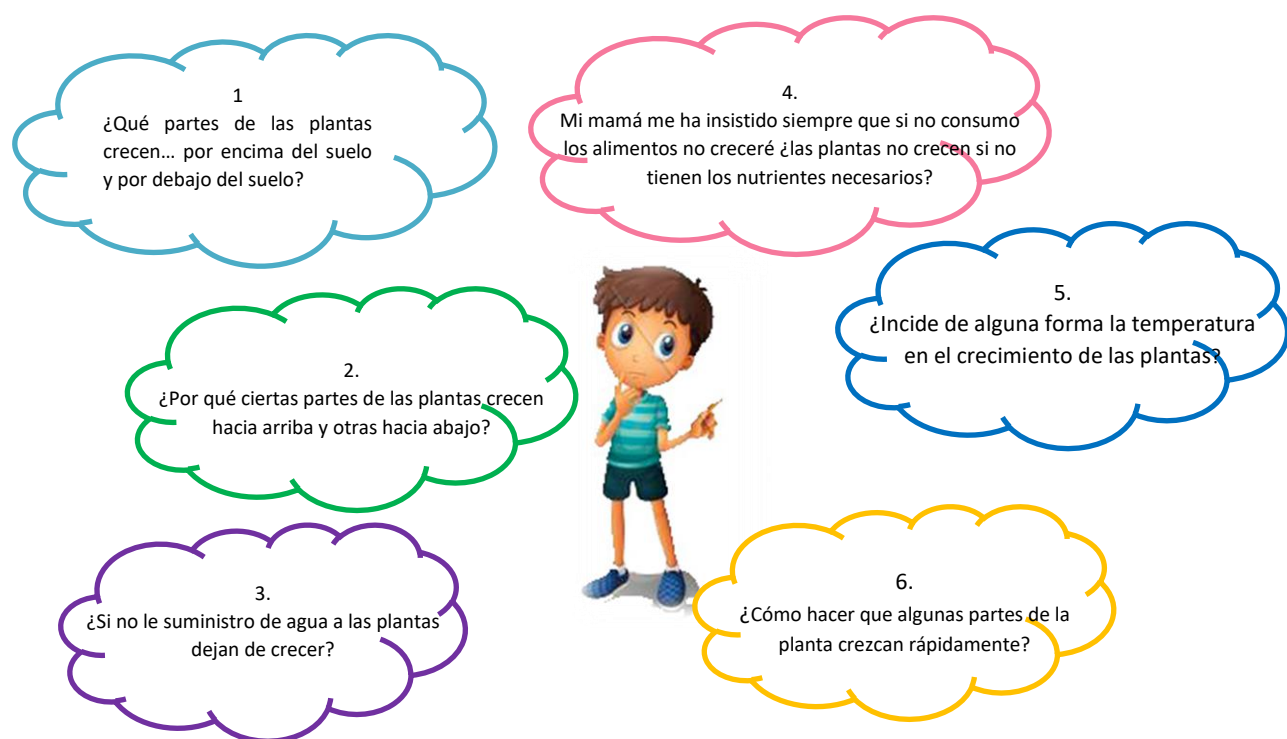
Para el sembrado de las plantas es necesario realizar pequeños agujeros en la tierra, para luego poner allí una a una las semillas, la mamá de Simón también le explica que es muy importante regar con agua constantemente las plantas, pero a su vez teniendo cuidado de no excederse en las cantidades, ya que podría ser igual mente perjudicial que no echarles agua. Pasados unos cuatro días y después de germinadas, Simón observó los pequeños brotes de las pequeñas plantas de frijol y pepino...Le surgieron nuevas preguntas



Imagen 1 Planta de frijol en etapa de germinación.



Imagen 2. Planta de pepino en etapa de germinación



La siembra de las plantas había despertado en Simón tanta la capacidad de asombro y motivación por aprender que acudió a la profesora de ciencias naturales para que le ayudara a resolver sus interrogantes. *¿Cómo podrías dar respuesta a los interrogantes sobre el crecimiento de las plantas de pepino y frijol propuestas por Simón?*

Anexo 4.



Aproximación al fenómeno del crecimiento vegetal

OBJETIVO

- Suscitar en los estudiantes preguntas acerca del crecimiento vegetal.

Observa con atención el siguiente video que te permitirá visualizar cómo sucede el crecimiento vegetal. Ten en cuenta que puede ser reproducido varias veces para observar mejor el fenómeno.

YouTube “Video crecimiento de una planta”

PREGUNTAS ORIENTADORAS

¿Bajo qué condición(es) la planta inicia el proceso de crecimiento vegetal? ¿Necesita algo en particular la planta para iniciar a crecer?

¿Qué tan determinante puede llegar a ser X factor en el crecimiento vegetal?

En caso tal de que se produzca algún tipo de alteración dentro de las condiciones ¿se puede presentar algún tipo de crecimiento vegetal? ¿Qué tipo de alteraciones se presentarían en el crecimiento?

¿Una planta puede crecer si no se considera alguno de los factores?

Ahora, de forma individual, elabora preguntas entorno al fenómeno observado en el video anterior.

Las características macroscópicas de una planta.

OBJETIVOS GENERALES

- ✓ Realizar observaciones de distintas partes de una planta
- ✓ Reconocer algunas particularidades en algunas partes de la planta.
- ✓ Registrar las observaciones mediante esquemas.



Para cumplir con el último objetivo y trabajar a partir de los registros, conviene tener en cuenta:

- Dibujar con lápiz (preferiblemente afilado) con trazos definidos.
- El dibujo debe ser grande para ver en la mejor medida los detalles.
- Darle un título al dibujo.

MATERIALES

- ✓ Plantas
- ✓ Lupa

PROCEDIMIENTO

1. Observa y toma nota de todas las características de la planta

RESPONDE

1. Realiza mínimo un dibujo de cada muestra.
2. ¿Qué características tienen las siguientes partes de la plata?
Completar el cuadro:

Zona	Dibujo	Características generales	Forma	Función
Hojas				
Tallo				
Raíz				
Yemas				

3. ¿Los instrumentos facilitan la observación de las muestras?
4. ¿Qué otro tipo de instrumentos mejorarían la observación de las muestras?
5. Relacionar los resultados de tu trabajo con el de tus
compañeros

Anexo 6.

Observación de tejido vegetal en el microscopio.

OBJETIVOS GENERALES

- ✓ Realizar observaciones de distintos tipos celulares en una planta.
- ✓ Ejercitar la preparación de muestras para la observación.
- ✓ Reconocer algunas particularidades de cada tipo de tejido vegetal.
- ✓ Registrar las observaciones mediante esquemas



Para cumplir con el último objetivo y trabajar a partir de los registros, conviene tener en cuenta:

- Dibujar con lápiz afilado con trazos definidos.
- El dibujo debe ser grande para ver detalles.
- Darle un título al dibujo.
- Señalar el aumento con el cual se observa el preparado a través del microscopio. Nota: el aumento se calcula multiplicando el aumento de la lente ocular por el aumento de la lente del objetivo. Por ejemplo, si en la lente ocular dice X15 y en el objetivo X20, el aumento final con el cual se observa será de 300 veces

MATERIALES

- ✓ Materiales
- ✓ Microscopio óptico
- ✓ Portaobjetos y cubreobjetos

MANEJO DEL MICROSCOPIO

- A) *Transporte.*

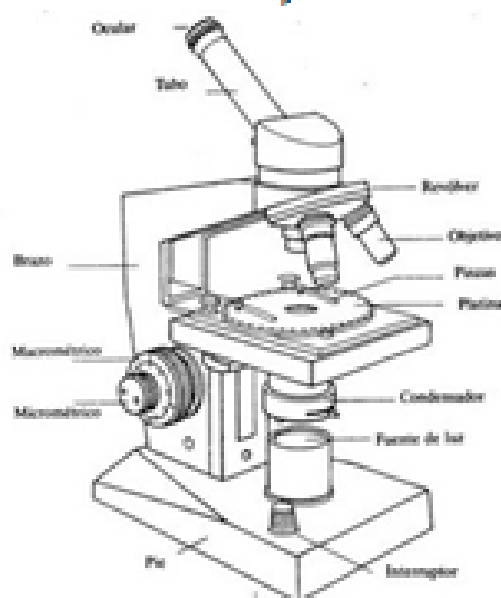
- I. El microscopio debe ser transportado utilizando LAS DOS MANOS A LA VEZ, con la mano izquierda se sujeta por el brazo y con la mano derecha se sujeta por la parte inferior.
- II. Antes de trasladarlo asegúrese de que todas las piezas que lo componen están aseguradas a él; asegúrese sobre todo objetivos, platina, espejo, lámpara y cable de luz enrollado.

B) Sitio de utilización.

- I. La superficie de uso debe ser firme, plana, estar LIMPIA, sin ningún objeto
- II. El contacto tomacorriente debe estar a una distancia para que el cable no quede ni muy tenso ni muy holgado, el cable debe estar ubicado de tal manera que durante su uso no estorbe ni puedan atorarse los usuarios.

C) Uso del microscopio.

I. Partes del microscopio.



II. Luego de tener la muestra en el portaobjetos, debes poner encima el cubre objetos.

III. Observar siempre desde el menor objetivo (4x) al mayor objetivo.

IV. Mover el micrómetro y/o el macrómetro conforme a lo que se quiera observar.

V. Durante su uso, POR NINGÚN MOTIVO debe ser movido de su lugar, como el uso del microscopio es común, los usuarios son los que deben moverse para hacer las observaciones.

VI. La intensidad de la luz debe ser regulada de tal manera que NO SOBREPASE la unidad de graduación máxima, esto con varias finalidades: no calentar demasiado

los microscopios, no dañar los reguladores, no sobre calentar los focos con ellos fundidos y sobre todo no perjudicar la retina del usuario.

- vii. Por ningún motivo deben ponerse al microscopio material de cristalería que este húmedo o que contenga alguna sustancia; únicamente debe hacer contacto con el microscopio material de cristalería: portaobjetos, cajas *petri*, vidrios de reloj, portaobjetos escavados. NO poner material directamente sobre la platina o la placa de observación.

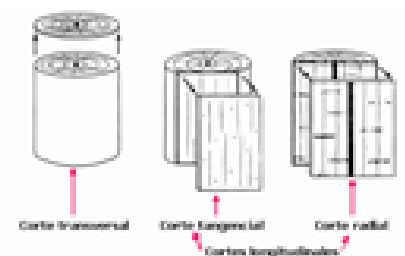
PROCEDIMIENTO

1. Observación de hoja de pepino o frijol

- a. Se prepara un corte fino de la epidermis fresca de frijol o pepino y se pone en el portaobjetos; se agrega una gota de agua y se cubre con el cubreobjetos.
- b. Inmediatamente se observa a través del microscopio, primero con el menor aumento y después con el mayor.

2. Observación de tallo de pepino o frijol

- a. Se prepara un corte longitudinal del tallo de frijol o pepino y se pone en el portaobjetos; se agrega una gota de agua y se cubre con el cubreobjetos.
- b. Inmediatamente se observa a través del microscopio, primero con el menor aumento y después con el mayor.
- c. Se prepara un corte transversal del tallo de frijol o pepino y se pone en el portaobjetos; se agrega una gota de agua y se cubre con el cubreobjetos.
- d. Inmediatamente se observa a través del microscopio, primero con el menor aumento y después con el mayor.



3. Observación de raíz en pepino o frijol

- a. Se prepara un corte longitudinal de la raíz de frijol o pepino y se pone en el portaobjetos; se agrega una gota de agua y se cubre con el cubreobjetos.
- b. Inmediatamente se observa a través del microscopio, primero con el menor aumento y después con el mayor.

4. Observación de yemas en frijol o pepino

- c. Se prepara un corte transversal de una yema de frijol o pepino y se pone en el portaobjetos; se agrega una gota de agua y se cubre con el cubreobjetos.
- d. Inmediatamente se observa a través del microscopio, primero con el menor aumento y después con el mayor.

RESPONDE

1. Realiza mínimo un dibujo de cada muestra.
2. ¿Qué características tendrán los siguientes tejidos? Completar el cuadro:

Zona		Función	Forma celular	Presencia de espacios intercelulares	Dibujo
Hojas	Corte 1				
	Corte 2				

	Corte 3				
Tallos	Corte 1				
	Corte 2				

Raíz	Corte 1				
	Corte 2				
Yemas	Corte 1				

	Corte 2				
--	---------	--	--	--	--

3. Comparar los resultados de las muestras.
4. Relacionen los resultados de su trabajo con el de sus compañeros. De ser necesario, reconsideren las características de las muestras citadas en cada grupo.
5. Discutir con tus compañeros los resultados obtenidos. Escribe tus conclusiones/observaciones.

Montaje experimental. Crecimiento en plantas de frijol y pepino

OBJETIVOS GENERALES

- ✓ Reconocer el crecimiento vegetal como un fenómeno natural.
- ✓ Establecer las condiciones básicas de crecimiento de una planta.
- ✓ Proponer hipótesis ante un fenómeno.



MATERIALES

- ✓ Vasos plásticos
- ✓ Algodón
- ✓ Semillas de frijol y pepino
- ✓ Agua

PROCEDIMIENTO

1. De forma ordenada organízate en pequeños grupos de trabajo.
2. Pon una pequeña capa de algodón, la semilla y otra pequeña capa de algodón
3. Las semillas deben estar entre las paredes de los vasos
4. Mantener el algodón húmedo.
5. Cuando observes que hay un brote de 1 o 2cm, voltea uno de los vasos.
6. Toma registro de lo que sucede con el paso de los días, para ello será necesario que realices una tabla comparativa de lo que sucede día a día (Debes realizar por lo menos tres dibujos), puedes valerte de recursos como fotos, videos o material similar.

PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

- Luego de tener el montaje experimental listo plantea una hipótesis acerca de lo que piensas que sucederá con las plantas.
- Trata de discutir la hipótesis con tus compañeros de grupo

Anexo 8.

¿Hacia la luz?

OBJETIVOS GENERALES

- ✓ Observar la dirección del crecimiento en una planta

MATERIALES

- ✓ Caja de zapatos
- ✓ 2 tiras de cartón pequeñas (en relación a la caja de zapatos)
- ✓ Frijol
- ✓ Tierra



PROCEDIMIENTO

1. Previamente sembrar una semilla de frijol en tierra.
2. Con los dos pedazos de cartón crear un pequeño laberinto, asegurándolo de la manera más firme posible con cinta adhesiva.
3. Realizar un pequeño agujero en la tapa de la caja de zapatos.
4. Destapar la caja todos los días únicamente para agregarle el agua necesaria y observar su crecimiento (Luego se debe volver a tapar la caja).
5. consecutivos.



¿Qué sucede con la planta? ¿Crece? Si crece, ¿Hacia a dónde se dirige?

¿Cómo explicas lo que sucedió con la planta? ¿Este fenómeno tiene un nombre en particular?

Anexo 9.

Una semilla en diferentes ambientes.

OBJETIVOS GENERALES

- ✓ Realizar observaciones de lo que sucede con una semilla de frijol.
- ✓ Reconocer algunos medios como propicios para germinación de una semilla de frijol.
- ✓ Registrar las observaciones realizadas en tu cuaderno



Para cumplir con el último objetivo y trabajar a partir de los registros, conviene tener en cuenta:

- ✓ Observar todos los días lo que sucede con tu planta (tomar nota de dichas observaciones)

MATERIALES

- ✓ Vasos plásticos
- ✓ Algodón, tierra, arena,
- ✓ Semillas de frijol
- ✓ Agua

PROCEDIMIENTO

1. Se le propusieron a los estudiantes las siguientes preguntas:
 - a) ¿Qué necesita una planta para germinar?
 - b) ¿Cuáles son las condiciones bajo las cuales se debe poner una planta para su crecimiento?
 - c) ¿Qué sucede si se pone la semilla con piedras, tierra, arena, algodón o sola?
2. A cada estudiante se le asigna un elemento para que pueda sembrar su frijol (piedras, tierra, arena, algodón o sola).
3. Mantener la semilla húmeda, con cuidado de no poner mucha agua.
4. Toma registro de lo que sucede con el paso de los días, para ello será necesario que realices una tabla comparativa de lo que sucede día a día.

PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

- Luego de tener el montaje experimental listo plantea una hipótesis acerca de lo que piensas que sucederá con las plantas.

Anexo 10

El papel de la temperatura en el crecimiento vegetal

OBJETIVOS GENERALES

- ✓ Identificar si la temperatura puede llegar a ser un factor influyente en el crecimiento vegetal

MATERIALES

- ✓ 2 Papas amarillas (que estén algo germinadas)
- ✓ Una nevera



PROCEDIMIENTO

En casa debes tomar dos papas amarillas que tengan brotecitos (que estén germinadas), debes contar el número de brotes que tenga la papa inicialmente, y describir sus características (color, textura).

Pones la papa 1 en la nevera y la papa 2 la dejas fuera de la nevera, se observará si se presenta algún tipo de crecimiento en los brotes que tenga la papa, si se presenta algún tipo de olor, cambio de color o de textura en la papa, y se tomará nota de lo que sucede con cada una de ellas como se indica en la siguiente tabla, por un periodo mínimo de 4 días.

	Papa 1 (En la nevera)	Papa 2 (Fuera de la nevera)
Número de brotes que tiene inicialmente.		
Longitud inicial de cada uno de los brotes.		
Número de nuevos brotes.		
Longitud final de cada uno de los brotes.		

¿Qué conclusiones se pueden establecer de la actividad realizada?

¿Será que la temperatura de la nevera influye sobre el crecimiento de los brotes de la papa?

¡A PROPONER!

¿Qué otro tipo de procedimiento realizarías para poder reconocer la influencia de la temperatura en el crecimiento vegetal?

Anexo 11.

El crecimiento vegetal. Más allá de los factores externos

OBJETIVOS GENERALES

- Registrar observaciones mediante la utilización de esquemas (gráficas y tablas)
- Reconocer las auxinas como fitohormonas que inciden el crecimiento vegetal.



INTRODUCCIÓN

El crecimiento vegetal depende de los factores inherentes al ecosistema en el cual crecen las plantas. Existen factores no sólo relacionados con los requerimientos externos de la planta (por ejemplo el suelo), sino también factores relacionados con la fisiología y el metabolismo de la misma. Reconociendo el clima dentro de estos factores, se constituye así lo que se conoce como sistema suelo-planta-clima. Los factores externos, corresponden con los que hemos abordado hasta este momento, el agua, la luz, temperatura y nutrientes, por su parte, se tiene otro tipo de factores conocidos como factores internos, los cuales actúan como reguladores.

Las fitohormonas son sustancias naturales en las plantas que controlan en gran medida su crecimiento y desarrollo. Las cuales están implicadas en varios procesos como la formación de las radículas, el establecimiento y finalización de los periodos de letargo y reposo, la florescencia, el desarrollo del fruto, la senescencia y el ritmo de crecimiento, los cuales están controlados bajo regulación hormonal.

Ejemplos de fitohormonas son las giberelinas, estas **aceleran el crecimiento** por medio de la elongación y **división de las células**. Estimula la germinación de las semillas y la formación de flores en plantas de día largo



Otro ejemplo de fitohormonas es la citocinina se conoce como hormona que promueve la división celular. Estimula el metabolismo y la formación de flores

Si quieres hacer pruebas con preparados de fitohormonas, ten mucho cuidado con cómo, cuándo y en qué cantidades los empleas. La efectividad final depende de muchos factores, como el momento de la aplicación (fase de desarrollo, hora del día), la vía de aplicación (hojas o raíces) o la concentración. En el caso de la auxina, por ejemplo, la concentración es especialmente importante. Mientras en concentraciones bajas estimula el crecimiento radicular, en concentraciones altas promueve la producción de etileno que favorece la finalización prematura de la floración.

Pregunta Problema

¿Cómo la auxina (ácido naftalacético) incide sobre el crecimiento radicular de la plántula de pepino?

¡A proponer!

¿Qué procedimiento o montaje experimental diseñarías para poder reconocer como actúan las fitohormonas en las plantas?

¿Qué materiales requieres para la realización del procedimiento y del montaje experimental?

ANALIZA CON TUS COMPAÑEROS Y PROFESORA

Materiales

- ✓ Vasos plásticos transparentes o cajas de Petri
- ✓ Semillas de pepino
- ✓ Solución de ácido naftalacético a diferentes concentraciones.

Procedimiento

Coloque una semilla o plántula de pepino en un vaso plástico aplicar el siguiente tratamiento:

Montaje A: plántula de pepino con tratamiento de sólo agua (sin aplicación de la solución de ácido naftalacético)

Montaje B: plántula de pepino con tratamiento (aplicación de una solución de 0.010 mg de ácido naftalacético)

Montaje C: plántula de pepino con tratamiento (aplicación de una solución de 0.10 mg de ácido naftalacético)

Montaje D: plántula de pepino tratamiento (aplicación de una solución de 10 mg de ácido naftalacético)

A cada grupo se le asignara un montaje específico, por lo que debe registra la información obtenida a partir de un cuadro de descripciones por cada uno de los montajes dispuestos.

Luego de que germine la semilla, examine los tratamientos y determine el número de raíces, su longitud y la longitud total de la raíz principal

Cambios en las plántulas con respecto a la aplicación de ácido naftalacético								
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8
Número de raíces								
Grosor de la raíz principal								

Tamaño de la plántula								
-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Otros datos reportados:

Conclusiones

¿A qué concentración se evidenciaron mayores cambios en la plántula? ¿A qué se debe esto?

Reflexiona acerca de que la influencia que pueden llegar a tener la utilización de fitohormonas a nivel biológico, e industrial.