



SECRETARIA ACADÉMICA
COORDINACIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN DESARROLLO EDUCATIVO

“La Construcción de un Modelo Científico Escolar del Crecimiento de las Plantas en Relación con la Transformación de Energía Mediante una Intervención Didáctica”

Tesis que para obtener el Grado de
Maestro en Desarrollo Educativo

Presenta
Rodolfo García Mejía

Director de tesis
Dr. Mario Lorenzo Flores López

*“Aquellos que pueden, hacen. Aquellos que
entienden, enseñan.”*

Shulman, 1986

Agradecimientos

A mi hermosa mamá Graciela Mejía Mejía

Hace veintisiete años una joven mujer renunció a todo lo que tenía y podría tener al ejercer su profesión como Bióloga. El motivo, de dedicar todo su amor, dinero y esfuerzo a un pequeño ser que en poco menos de un año le diría las palabras más bellas que pudiera pronunciar: mamá. Y aquí estoy de nuevo, escribiendo unas líneas para ti, que siempre me has apoyado y que si tú no fueras como eres yo no sería lo que soy ni tendría lo que tengo... Te debo tanto, que ni toda la tesis me alcanzaría para escribir lo agradecido que estoy contigo. ¡Te amo mucho mamá! y tú sabes que cada letra, palabra, punto y coma que esté plasmado en este trabajo es tuyo. ¡Gracias!

A mi hermanita Rosalía García Mejía

Rosita, te agradezco todo el tiempo que dedicaste para escuchar mis lamentos de todo el trabajo que tenía encima. Te agradezco que a pesar de llegar cansada y fastidiada de tus ocupaciones nunca me diste la espalda para darme tu cariño y comprensión. ¡Gracias!

A mi amada esposa Gloria Isabel Caballero Martínez

Gracias amor por estar a mi lado desde hace doce años, por ser parte importante en mi vida, por apoyarme, comprenderme y quererme. Te amo mucho.

A mí anhelado bebé

Mi querido hijo, aunque cuento los días para tenerte entre mis manos, hoy que sigues desarrollándote en el vientre de tu mami, agradezco a dios por enviarte conmigo. Eres parte de mi inspiración y este trabajo me da más seguridad para brindarte un futuro mejor. Te amo.

A mis abuelos Ana Mejía Garcilazo y Pánfilo Mejía Olivar

¡Mis abuelitos! Gracias por siempre estar al pendiente de todos mis logros, por haberme brindado un techo por muchos años, por derramar su cariño en mí y por todo su apoyo moral. Los quiero mucho.

A todos mis primos y tíos

Por estar siempre atentos a mi superación profesional y por hacerme sentir que mis logros son importantes para ustedes. ¡Gracias!

A mi gran maestra Elizabeth Rebeca Zárate Vaca

Maestra Eli, gracias por impulsarme y por haber sido la primera en creer en mi potencial como docente, gran parte de haber cursado la maestría se lo debo. ¡Mil gracias!

A María Nori Mendoza Hernández.

Nori, mi gran amiga, gracias por todo tu apoyo y comprensión a lo largo de la maestría, porque estuviste presente en momentos muy difíciles y me impulsaste a seguir adelante. Extrañaré mucho nuestras continuas y largas desveladas trabajando en el skype, sobretodo, te agradezco haberme dejado conocer el lindo ser humano que eres. ¡Gracias!

A mis grandes amigos:

Alejandra Romo, Blanca Lilia Zapata Becerra, Carina Martínez, Carlos Felipe Pérez Quintero, Dalia Edith Rojas López, Dalia Tetetla Gallegos, Lucía Ávila Miranda, Lourdes Guerrero Alvarado, Oscar Quiroga López, Salvador Mendoza Gil, Teresa Rodríguez y Víctor de Ignacio Cordero. Porque siempre me apoyaron y motivaron con sus palabras a seguir a delante. ¡Muchas gracias!

Al Dr. Mario Lorenzo Flores López

Por haberme encaminado en esta lucha de ser un mejor docente y haberme tenido mucha paciencia y creído en mí. Gracias.

A la Dra. Diana Patricia Rodríguez Pineda

Porque aparte de ser la Dra. Diana me abrió las puertas de la amistad. Gracias

A la Dra. Claudia López Becerra

Porque siempre confió en mí, desde la entrevista para ingresar a la maestría hasta el término de esta tesis. Gracias

A la Dra. Odete Serna Huesca

Por acompañarme en grandes y significativos momentos, por ser una gran persona que me ha brindado su amistad. Gracias

Al Mtro. Steiner Valencia y al Dr. David Bonilla

Por haberme permitido trabajar con ellos durante mi estancia en la República de Colombia, por apoyarme y darme sugerencias para este trabajo. Gracias

A la Lic. María de Lourdes Álvarez Solís

Por apoyarme en el otorgamiento de la beca-comisión que me permitió culminar esta meta. Muchas gracias

A CONACyT

Que me permitió dedicarme de tiempo completo a estudiar un posgrado de calidad que hoy culmina con éxito. Gracias

A los alumnos del 1º F y 1º I (2011-2012) de la Secundaria Técnica No. 51 “Ing. Miguel Bernard”

Que trabajaron con agrado durante la aplicación de la estrategia y que sin ellos esta tesis no sería posible. Gracias

Y no por ser el último es menos importante...

A mí ¡Porque lo logré, una vez más!

Contenido

Introducción.....	1
I. Identificación y planteamiento del problema.....	2
II. Justificación del problema detectado.....	6
III. Propósito.....	7
Capítulo 1. Partiendo de las ideas previas.....	8
1.1 Las ideas previas.....	8
1.2 Las ideas previas sobre la problemática a abordar.....	12
1.3 Clasificación de las ideas previas de acuerdo con Driver	18
1.4 Algunas consideraciones derivadas las ideas previas	20
Capítulo 2. Las bases teóricas para la construcción de la estrategia didáctica.....	21
2.1 El constructivismo	21
2.2 Modelización	22
2.3 Referente disciplinario	26
2.4 Análisis del programa de estudio	32
Capítulo 3. Diversidad de alumnos, diversidad de modelos ¿Cómo plantear el Modelo Escolar de Arribo?.....	40
3.1 Modelo desde las ideas previas.....	40
3.2 Modelo curricular.....	41
3.3 Modelo científico.....	43
3.4 Modelo científico escolar de arribo.....	44
Capítulo 4. Diseño de la estrategia didáctica.....	47
4.1 Los propósitos que tenemos.....	47
4.2 Sustento teórico-metodológico.....	51

4.3 Momentos de la estrategia didáctica.....	54
4.4. Contexto escolar de aplicación de la estrategia didáctica.....	72
Capítulo 5. Resultados y análisis.....	74
5.1 Etapa de exploración.....	75
5.1.1 La construcción del modelo inicial.....	79
5.1.2 El modelo inicial.....	82
5. 2 Etapa de introducción de nuevos puntos de vista.....	83
5.2.1 La construcción del modelo intermedio.....	85
5.2.2 El modelo intermedio.....	88
5. 3 Etapa de síntesis.....	90
5.3.1 La construcción del modelo logrado.....	91
5.3.2 El modelo logrado.....	92
5. 4 Etapa de generalización.....	93
5.4.1 La aplicación del modelo logrado a nuevas situaciones..	94
Conclusiones.....	96
Referencias.....	102
Anexos.....	108

Introducción

Se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de una estrategia didáctica basada en la modelización sobre el fenómeno del crecimiento de las plantas. De acuerdo a las investigaciones revisadas, para los estudiantes de nivel secundaria es muy complejo concebir el proceso fotosintético como parte fundamental para la transformación de energía. Por lo que abordar la fotosíntesis a partir de un fenómeno más familiar para los estudiantes, permitió una mejor comprensión de algunos procesos como la alimentación y nutrición de las plantas.

Si bien es cierto que, en las últimas décadas, se ha consolidado un gran campo como es el de la educación en ciencias, han existido diversas propuestas, dentro de estas destaca la ciencia escolar. En la ciencia escolar se enmarca la presente estrategia propuesta, la cual pretende ser una guía para los profesores que eventualmente apliquen los resultados este trabajo.

En la presente introducción se mostrará la problemática detectada y la importancia de abordarla. Con base en lo anterior, en el primer capítulo se describe un panorama sobre las ideas previas desde su concepción hasta la formulación de ideas relacionadas con fotosíntesis, alimentación y crecimiento.

En el segundo capítulo se exhiben los fundamentos teóricos de la estrategia didáctica. Se consideran el constructivismo; el referente disciplinar, desde la ciencia 'especializada'; el marco contextual, donde se analiza el programa de estudios de Ciencias I (Biología) y, finalmente, la modelización.

En el tercer capítulo se despliegan tres modelos. El modelo de los estudiantes, inferido a partir de las ideas previas; el modelo científico, construido a partir del referente disciplinar de la ciencia 'especializada' y, por último, el modelo curricular, deducido a partir del programa de estudios 2006 de la Secretaría de Educación Pública (SEP). Con los anteriores modelos se construyó un modelo

plausible de ser construido por los estudiantes, el cual se denominó Modelo Científico Escolar de Arribo.

En el cuarto capítulo se encuentra la estrategia didáctica. Se describen las concepciones existentes de estrategia didáctica y los diversos momentos que la conforman. A partir de ello, se presentan los criterios metodológicos para la construcción de la estrategia realizada.

En el quinto capítulo se encuentran los resultados de la aplicación y el análisis realizado sobre los modelos que lograron construir los estudiantes. Algunos ejemplos de la construcción de los estudiantes en cada etapa también conforman este capítulo.

Finalmente, en el siguiente apartado se muestran las conclusiones. Estas se encuentran organizadas a partir de los resultados, análisis, observaciones y aproximaciones obtenidas del trabajo didáctico con el fenómeno del crecimiento de las plantas.

I. Identificación y planteamiento del problema

Como docente de nivel secundaria he observado dificultades en el aprendizaje de la biología. Las soluciones que apliqué a estas dificultades, habían sido basadas sólo en mi experiencia. Durante la maestría, he revisado las aportaciones de diversos investigadores. Así, hoy puedo aplicar soluciones fundamentadas en el campo de educación en ciencias. Este campo surgió en la década de los setenta (López-Mota y Waldegg, 2002), y aún cuando su propósito sigue vigente y actualizándose, no todos los profesores comparten sus intereses y preocupaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales.

La existencia de este campo consolida la educación en ciencias. El campo de investigación de acuerdo con Duit (2006) comprende cuatro amplias líneas de

desarrollo. El diseño y desarrollo curricular, las representaciones mentales de los sujetos, la práctica docente y evaluación de los aprendizajes y, finalmente, ambientes de aprendizaje y gestión escolar en el aula.

Con base en mi formación docente, consideré interesante probar la viabilidad de desarrollar propuestas en el ámbito del diseño y desarrollo curricular. En este ámbito de la educación en ciencias se aborda la elaboración de estrategias de enseñanza, diseño de actividades y elaboración de materiales educativos (Duit, 2006). Como profesor, considero a este ámbito como una posibilidad de mejorar el quehacer docente. Ningún método es capaz de dar solución completa a un problema de aprendizaje; sin embargo, estoy seguro de las grandes probabilidades de lograrlo, a partir de una actividad didácticamente planeada.

Por lo anterior, para la delimitación del problema, considero las experiencias de mi práctica docente; en particular las dificultades que he observado en los estudiantes para lograr un aprendizaje en los diversos temas que se abordan en los programas vigentes de la SEP. Mi indagación sobre las concepciones de los estudiantes en algunos temas de biología, entre ellos el proceso de fotosíntesis, me permitió detectar una problemática en la comprensión de la transformación de energía en organismos autótrofos. Lo que me condujo a pensar en la viabilidad de una intervención didáctica sobre este tema.

En una revisión de estrategias didácticas sobre fotosíntesis realizada por Charreier, Cañal, y Rodrigo (2006) encontraron dificultades en establecer relaciones significativas entre la respiración y el intercambio de gases. Esto también provocan en el alumno una mayor confusión, pues les impide identificar la relación existente entre el proceso de fotosíntesis con la nutrición de la planta y en consecuencia, que esto se vea reflejada en el crecimiento de la misma.

De acuerdo a lo encontrado en la literatura reportada, los estudiantes consideran que “el suelo no tiene nada que ver con el crecimiento de la planta”, o bien “Las

raíces absorben el suelo”, además “Las plantas comen minerales” (Wandersee, 1983). Hay un problema de aprendizaje en el tema de fotosíntesis por considerar que las plantas obtienen directamente del suelo o el ambiente su alimento, y no haber una transformación de energía.

El crecimiento de las plantas, para los estudiantes, lo atribuyen a diferentes factores como el suelo, agua y minerales (Wandersee, 1983; Driver, Squires, Rushworth. & Wood-Robinson, 1994 y Ekici, Ekici. & Aydin. 2007). Estos factores bióticos mencionados tienen relación con el fenómeno de crecimiento. Pero, para que puedan ser útiles para planta, tienen que ser asimilados por ella, mediante diferentes funciones que se dan durante el proceso fotosintético. El proceso fotosintético implica una transformación de energía. Los alumnos omiten estas relaciones del proceso, atribuyendo la propiedad directamente a los factores abióticos.

En el programa de estudios emitido por la SEP (2006b), se encuentra en el bloque II. La nutrición. En el título se menciona que se valorará a la fotosíntesis como proceso de transformación de energía. Los aprendizajes esperados en los estudiantes, están enfocados a explicar el proceso general de la fotosíntesis; identificar a los cloroplastos como los responsables de que se lleve a cabo el proceso y que se relacione como base de las cadenas alimentarias. Esto resulta un tanto confuso debido a que no plantea las relaciones más adecuadas entre nutrición y fotosíntesis.

También, dentro del programa, queda omitida la parte de transformación de energía. El concepto energía se menciona en el título, enfocándose a explicaciones de los procesos bioquímicos, para que sean entendidos de manera general. La idea de energía en la fotosíntesis nos lleva a pensar en transformación. Podríamos decir que la energía luminosa es captada por la planta para ser transformada en energía química. Pasa de ser una radiación a un

componente orgánico. La energía es aprovechada para producir almidón del cual se nutre después.

Como consecuencia observable se produce el crecimiento de la planta. Este proceso se da en triangulación, por un lado sigue la captación de energía, por otro la captación de dióxido de carbono y la acumulación y degradación de almidón. La importancia del crecimiento de las plantas está vinculada al desarrollo de la biodiversidad. La relación más importante se da entre los organismos autótrofos y heterótrofos. Ya que los primero aportan materia y energía para la dinámica de los ecosistemas.

La naturaleza del proceso de fotosíntesis lleva a una explicación que puede remitir a niveles microscópicos. Puede ser que esta explicación no esté al alcance del profesor ni de los jóvenes. Debido a que los niveles pueden ser subatómicos o atómicos y, en el mejor de los casos, a nivel intracelular y celular.

Considerando lo anterior, los estudiantes tienen dificultades para identificar aspectos básicos de la relación crecimiento, nutrición y fotosíntesis de las plantas. El programa de la asignatura, busca una relación macroscópica observable como el crecimiento de la planta. Punto de partida para la generación de aprendizajes sobre la fotosíntesis.

Se hace pertinente el diseño de una estrategia didáctica que permita dar solución con la cual se logre la comprensión de diversos procesos implicados en el crecimiento de las plantas. Por lo tanto el planteamiento de la problemática es el siguiente: ¿Pueden los estudiantes de secundaria lograrán explicaciones más cercanas a las de los científicos sobre el crecimiento de las plantas como consecuencia de la transformación de energía, mediante una estrategia didáctica fundamentada en la modelización?

II. Justificación del problema detectado

La importancia de dar solución al problema planteado queda fundamentado mediante cuatro aspectos: programa de estudios, estrategias didácticas, desarrollo de habilidades científicas y relaciones ecológicas.

En primer lugar, es parte del programa de estudios vigente en México. Los docentes a nivel secundaria lo abordan en primer año, en la materia de Ciencias I (énfasis en biología). Por lo que el diseño de la estrategia didáctica ayudara, a lograr los aprendizajes esperados y al desarrollo de la práctica docente en ciencias.

En segundo lugar, en literatura se carece de estrategias didácticas enfocadas al aprendizaje del proceso fotosintético a partir del crecimiento de las plantas enmarcado en la transformación de la energía. No obstante han existido intentos de potencializar el aprendizaje de los estudiantes elaborando estrategias didácticas, a nivel secundaria.

Eisen & Stavy (1992) trataron de eliminar errores conceptuales. Debido a que el problema que ellos detectan lo perfilan desde la existencia de ideas aristotélicas por parte de los estudiantes. Realizan una estrategia desde la perspectiva de la historia de la ciencia. Logrando una aportación buena al concepto de respiración y ecosistema, no así al de fotosíntesis.

De igual manera Barker & Carr (1989) presentan una estrategia. Basada en el aprendizaje por descubrimiento. Tomando al almidón como su herramienta de aprendizaje privilegiando a la madera como objeto de trabajo.

El tercer aspecto corresponde al desarrollo de habilidades científicas. A la SEP le interesa una "formación científica básica para brindar una plataforma común que atienda las necesidades educativas de los adolescentes y dé respuesta a las

demandas actuales y venideras de la sociedad...” (SEP, 2006: 7). Así que, si un estudiante logra argumentar la importancia del crecimiento de las plantas. La estrategia didáctica promoverá una habilidad científica. Incluida en la formación científica básica propuesta por la SEP.

En el cuarto aspecto, la importancia del proceso fotosintético radica en su valor ecológico. Si bien es cierto que la temática propone en el título del subtema “Valoración de la importancia de la fotosíntesis como proceso de transformación de energía y como base de las cadenas alimentarias” la comprensión de la transformación de energía, esta es un aspecto de suma importancia para la dinámica de los ecosistemas.

III. Propósito:

Mediante una intervención didáctica, dar solución a un problema de aprendizaje, considerando a la modelización como eje rector del diseño de una estrategia didáctica.

Capítulo 1

Partiendo de las ideas previas

Con el propósito de lograr un sustento teórico sólido, para el diseño, aplicación y evaluación de la estrategia didáctica; se consideran tres aspectos didácticos, los cuales dan estructura a la propuesta. El constructivismo, como aquel que permite una interacción proactiva del sujeto con el objeto, desde su epistemología. Las ideas previas, como una línea de investigación sobre cómo interpretan los fenómenos naturales los sujetos. Finalmente, la modelización como una metodología para la construcción de conocimiento.

Si bien es cierto que los aspectos mencionados son fundamentales, se abordarán en el siguiente apartado. A continuación se presenta una profunda indagación en las ideas previas, sobre el fenómeno de intervención.

1.1 Las Ideas Previas

En el campo de educación en ciencias se ha tenido un gran interés por conocer cómo piensan los alumnos. Esta preocupación es fundamentada debido a los bajos resultados observados en el aprendizaje de las ciencias. Además, hay poco interés por estudiar alguna carrera relacionada a las ciencias experimentales (Sanmartí, 2002).

En el estudio de las ideas previas, una de las preocupaciones son los factores que intervienen para que estructuren su pensamiento. Dushl (1997) profundiza al respecto y argumenta que los científicos y los niños estructuran de una manera similar su pensamiento. Lo anterior nos permite suponer que si el docente considera la forma en que sus estudiantes estructuran el conocimiento, logrará tener un mayor éxito en el aprendizaje en sus alumnos.

En la historia de las ideas previas se han tomado diversas posturas, éstas han permitido la solidificación del campo de investigación. Se ha dicho, por ejemplo,

que deberían combatirse esas concepciones y sustituirse por conceptos coherentes que expliquen los fenómenos. Lo anterior en la propuesta de cambio conceptual realizada por Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982). Con el crecimiento y solidificación del campo de la educación en ciencias, se ha modificando la perspectiva anterior. De modo que ahora se consideran a las ideas previas como un eslabón inicial para la construcción del conocimiento. Por lo que se da un giro en la enseñanza. (Driver, Guesne & Tiberghuen, 1989)

A partir de esa nueva visión, se considera a las ideas previas como aquellas concepciones que poseen los alumnos sobre los fenómenos (Driver, et al. 1989). Para algunos otros, (Osborne & Freyberg, 1991) las ideas previas son elaboraciones de significados de palabras que se utilizan en las ciencias. Se suelen mantener con firmeza, porque resultan significativas. Aun cuando no correspondan los significados a los asignados por los hombres de ciencia.

Chamizo, Sosa y Zepeda (2005), argumentan cómo las ideas previas, han sido entendidas como conceptualizaciones realizadas por los sujetos para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales. Ante estas posturas se considera que las ideas previas son explicaciones que elabora cada sujeto: en ellas, son guiados por su percepción y están interesados por comprender los fenómenos que ocurren a su alrededor.

La conceptualización anterior de las ideas previas, ha surgido de la revisión que se realizó sobre este concepto. Considerando las investigaciones reportadas desde la década de los setentas hasta nuestros días. Se encontró que se les ha denominado de diferentes formas como: concepciones erróneas (Johnstone, MacDonald & Webb, 1977, en Herlen, 1998); ideas infantiles (Osborne & Freyberg, 1991); ideas científicas (Driver, et al, 1989), ideas propias (Herlen, 1998) y concepciones alternativas (Pintó, Aliberas & Gómez, 1996; Pozo & Gómez, 1998).

Con algunos de ellos hay discrepancias. Debido a la rigidez de la denominación que se da en la conceptualización. Es el caso de quienes llaman a las ideas previas errores conceptuales. Queda clara la incompatibilidad sinónima entre error conceptual e idea previa. Argumentando desde la postura de Astudillo y Gené (1984), que realizan un estudio sobre los errores conceptuales en la fotosíntesis. Debido a que lo enfocan hacia conceptos aprendidos escolarmente como lo es la clorofila, el agua, el dióxido de carbono. Entre otros elementos necesarios para que se lleve a cabo el proceso fotosintético.

Las ideas previas no necesariamente han estado sujetas a una instrucción escolar. Por lo anterior, no podemos identificar como un error conceptual. Pueden considerarse como una herramienta, que proporcionan al docente un conocimiento acerca de como enfrentan el aprendizaje los estudiantes, sobre los conocimientos científicos escolares (Flores & Barahona, 2002). Por lo que no parece prudente dicha denominación. A menos de referirse a conceptualizaciones memorísticas, que no es el propósito del presente trabajo.

Uno de los conceptos más afortunados, para renombrar a las ideas previas es “concepciones alternativas”. Referido a la exclamación de una idea previa, derivada del contexto en el que se encuentra la persona y que le permite interpretar un fenómeno natural. Ahora bien, si el contexto en el que se realiza la misma pregunta cambia, el individuo cuenta, al menos, con otra idea alterna. Permitiendo al individuo elegir, conscientemente, la concepción que considere, permite dar una mejor explicación (Mora & Herrera, 2009).

Considerando que, el núcleo de referencia entre idea previa y concepción alternativa es la explicación de un fenómeno que ocurre en la naturaleza. Se utilizarán como sinónimos en el contexto de este trabajo.

Para profundizar en la esencia de las ideas previas, es indispensable remitirse a Driver et al. (1989), ella da una clasificación de la naturaleza que enmarca a las ideas previas, que se encuentra en la tabla I.

Propuesta de Driver et al. (1989)	
Ámbito	Descripción
Pensamiento dirigido por la percepción	Tendencia a basar inicialmente su razonamiento en las características observables de una situación problemática.
Enfoque limitado	Interpretar los fenómenos en relación con sus propiedades o cualidades absolutas adscritas al objeto.
Razonamiento causal lineal.	Postulan una causa que produce una cadena de efectos, como si de una secuencia dependiente se tratase.
Conceptos indiferenciados.	Tienen una amplitud de connotación distinta y considerablemente mayor que la de los científicos.
Dependencia del contexto	Distintas ideas concurrentes pueden aportarse a la explicación de situaciones que difieren en algunos aspectos perceptivos.

Tabla 1. Propuesta de Driver et al. (1989), sobre la naturaleza de las ideas previas.

Esta clasificación permite identificar que no todas las ideas previas son iguales. La naturaleza de la idea previa, puede ser considerada en la realización o adecuación de las estrategias didácticas. Esta clasificación, al considerarse en la identificación de ideas en estudiantes, coadyuvará en resolver una interrogante sobre el fenómeno a abordar: ¿Cómo interpretan el crecimiento de las plantas los alumnos de nivel secundaria?

Las ideas previas tienen ciertas características: no son idiosincráticas; no tienen una dependencia cultural fuerte; se forman por las experiencias personales con los fenómenos; tienen cierta coherencia interna; el lenguaje de éstas es impreciso e indiferenciado; no tienen una correspondencia en los estudiantes por su medio o edad y no se modifican fácilmente a través de la enseñanza tradicional, por tanto, son persistentes (Driver, 1989 & Driver et al. 1994).

De acuerdo a las características presentadas, los autores identificaron una universalidad en los modelos conceptuales de los estudiantes. Aunado a su propuesta Charreier, et. al. (2006), al realizar una investigación sobre las

concepciones de los estudiantes sobre fotosíntesis y respiración. Coinciden en la universalidad de las ideas previas en relación a la fotosíntesis. Por lo anterior, puede esperarse que, la manifestación de ideas previas, en los estudiantes mexicanos, puedan ser similar a la reportada en la literatura. Probablemente con variaciones explicativas, pero cumpliendo con las siete características de las ideas previas.

1.2 Las ideas previas sobre la problemática a abordar

En cuanto a las concepciones de los estudiantes sobre fotosíntesis y cadenas alimentarias. Se considera importante conocer las ideas específicas, que se han reportado en la literatura sobre estos temas. Con la finalidad de tomar decisiones sobre el trabajo a realizar en el aula. Si se conocen las ideas previas, se puede tener una aproximación, sobre cómo piensan los estudiantes. Dejando una base para la construcción de un modelo científico escolar.

En la revisión de ideas previas, se encontraron artículos que permitieron la construcción de la tabla 2. Dichas ideas aportan elementos para identificar un posible modelo que tienen los estudiantes. lo anterior ayudará a la construcción de la estrategia didáctica.

Tema	Problemática	Autores	Rasgos comunes
Fotosíntesis	La luz del sol que absorbe las plantas es su alimento. La fotosíntesis es como la respiración de las plantas	Driver, et al. (1994)	Reconocen que existe un proceso denominado fotosíntesis el que puede estar relacionado a la respiración o bien a la energía.
	Confunden fotosíntesis con respiración	Charreier, et al. (2006)	
	La fotosíntesis es un proceso por medio del qué las plantas producen energía	Ekici, et al. (2007).	
Crecimiento	El agua es esencial para las plantas, pero no está relacionada directamente con el crecimiento. Las plantas producen madera.	Stavy, Eisen, & Yaakobi (1987)	La planta necesita de alimentos para poder crecer y que existe la producción de madera que le permite crecer
	Las plantas siempre necesitan luz para crecer	Driver, et al. (1994)	
Nutrición de las plantas	La luz del sol que absorbe las plantas es su alimento. Los alimentos adquiridos por una planta se acumula a medida de que esta crece.	Driver, et al. (1994);	Existen nutrimentos esenciales para que puedan realizar funciones vitales como crecimiento
	Las plantas obtienen su alimento del suelo, por medio de las raíces.	Charreier, et al. (2006)	
	Las plantas fotosintetizan de día y respiran de noche.	Barker, & Malcom, (1989)	
Flujo de energía	Las plantas son una fuente de combustible.	Brinkman, Schermer, Achterstraat & van der Stuijs. (1994).	Consideran a la energía como una fuente proveedora
	La energía es un medio para producir calor	Charreier, et al. (2006)	

Tabla 2. Articulación de artículos sobre ideas previas para extraer denominaciones comunes que incidan en el construcción del modelo cognitivo de los estudiantes.

La importancia de la tabla anterior, radica en que se han clasificado las ideas de acuerdo a los diferentes procesos, que se tomarán en cuenta en el fenómeno del crecimiento de las plantas. Además, se buscaron rasgos comunes, que permitan sintetizar la forma en que piensan los estudiantes, de acuerdo a los diversos artículos revisados.

Al revisar la tabla 2, se puede identificar que, aun cuando hay artículos desde 1987 hasta 2007, las características que presentan son similares. Lo que permite considerar un profundo arraigamiento en la forma de concebir procesos, involucrados en el crecimiento. También permite identificar una clara confusión

entre los diferentes procesos. Si se observa la explicación de fotosíntesis es similar a la de nutrición de la planta.

A continuación se da una descripción de los artículos revisados. Éstos permitieron la construcción de la tabla anterior. Se considerarán en la elaboración del modelo científico escolar de arriba.

Driver, et al. (1994), realizaron investigaciones, principalmente en el Reino Unido. Ellos enfatizan que los estudiantes llegan con algunas ideas a las clases de ciencia, por lo tanto, se puede incidir en una enseñanza eficaz de la ciencia. Si se consideran los conocimientos habituales, para llegar a concepciones más científicas. Algunas de las ideas que recolectaron fueron:

- a) El agua se absorbe a través de las hojas
- b) La luz del sol que absorbe la plantas es su alimento
- c) La fotosíntesis es una sustancia
- d) La fotosíntesis es como la respiración de las plantas
- e) Los alimentos adquiridos por una planta se acumulan a medida de que esta crece
- f) La clorofila es una sustancia alimenticia
- g) La clorofila atrae la luz del sol o absorbe el dióxido de carbono
- h) Las plantas siempre necesitan luz para crecer

Sobre las cadenas alimentarias se reporta en este artículo que:

- a) Los animales no pueden vivir en un mundo sin plantas
- b) Los carnívoros pueden vivir si sus presas se reproducen abundantemente
- c) En un mundo sin plantas los animales no pueden vivir por falta de oxígeno
- d) Hay más herbívoros que carnívoros porque la gente los cría
- e) El número de productores es grande para satisfacer a los consumidores

- f) Los organismos más fuertes tienen más energía, que usan para alimentarse de organismos más débiles con menos energía

La conclusión del texto da una nula relación de la materia y su conservación. Conclusión que basan en relación a las ideas previas que hemos mencionado sobre cadenas alimentarias.

Uno de los instrumentos que permitió realizar una barrida muy amplia, en cuanto a las ideas previas, fue la página web ideas previas (<http://ihm.ccadet.unam.mx/ideasprevias/presentacion.htm>). En ella se encontró un reporte de ideas previas hasta el año de 2002.

A continuación se enlistan las diez ideas consideradas como ilustrativas del pensamiento de los estudiantes. Las siguientes ideas se repiten en niveles posteriores (preparatoria y universidad). Siendo un indicador en cuanto a la enseñanza de la fotosíntesis. Ya que no se está abordando adecuadamente, lo que permite pensar en algunas modificaciones en la planeación docente.

- a) El agua es esencial para las plantas, pero no está relacionada directamente con el crecimiento.
- b) Las plantas producen madera.
- c) Las plantas liberan oxígeno durante el proceso de fotosíntesis.
- d) Las plantas obtienen su energía de la fotosíntesis.
- e) Los requerimientos de las plantas son agua, aire, dióxido de carbono, oxígeno, suelo y luz solar.
- f) La fotosíntesis es una respiración inversa.
- g) El proceso de la fotosíntesis en las plantas verdes equivale al de respiración en animales.
- h) Las plantas fotosintetizan y los animales respiran.
- i) Fotosíntesis es lo mismo que respiración en plantas.
- j) Las hojas beben el agua del rocío.

En esta misma página se encontraron ideas sobre cadenas alimentarias. Las correspondientes a nivel secundaria, permiten identificar la carencia de un modelo sobre el crecimiento de las plantas. Base de las cadenas alimentarias:

- a) En una comunidad, los consumidores primarios son las poblaciones más numerosas.
- b) En una comunidad, los consumidores secundarios son las poblaciones más numerosas.
- c) Algunas plantas acuáticas de profundidad (algas) no necesitan luz.
- d) Las plantas son una fuente de combustible
- e) Las frutas y las verduras son productos de las plantas.
- f) La energía disponible disminuye del nivel productor a los niveles de consumidores en una cadena alimenticia debido a que la energía se evapora a la atmósfera durante la respiración.
- g) Las mariposas son productores porque ellas sirven de alimento a animales más grandes.
- h) La cadena alimenticia que se da en el agua es: el pez pequeño se lo come el pez más grande; luego, éste es comido por el cocodrilo, y por último, éste es comido por las bacterias.
- i) Los peces no se alimentan de plantas porque las plantas no viven en el agua.
- j) En la cadena alimenticia pasto - chapulín - halcón - víbora, toda la energía pasa a la víbora.

Charreier, et al. (2006) realizan una revisión de la literatura reportada. Su trabajo es sobre concepciones de los estudiantes, en torno a la fotosíntesis y la respiración. Basándose en dos premisas:

- a) Describir y analizar los estudios realizados en torno a las concepciones alternativas sobre la nutrición de las plantas (que han estado centrados principalmente en los procesos de fotosíntesis y respiración).

- b) Dar cuenta de los hallazgos relativos al posible origen de las concepciones alternativas más generalizadas.

A partir de esta revisión dan catorce ideas previas que consideran, bajo sus instrumentos, representativas del nivel secundaria:

- a) Las plantas obtienen su alimento del suelo, por medio de las raíces.
- b) Las plantas realizan fotosíntesis para crecer, vivir.
- c) La hoja sirve para captar el agua de lluvia.
- d) La clorofila: da color a las hojas, es la sangre de las plantas, atrae la luz y sirve de protección, es su alimento o elabora su alimento.
- e) Confunden el papel del oxígeno y el bióxido de carbono.
- f) Los gases necesarios para la fotosíntesis son absorbidos por las raíces y tallos, no por las hojas.
- g) Confunden fotosíntesis con respiración.
- h) No se puede dormir con plantas en la habitación porque consumen oxígeno.
- i) Las plantas fotosintetizan de día y respiran de noche.
- j) Le atribuyen a la luz el: vivir, crecer, tener buena salud, dar color a la planta.
- k) La energía es un medio para producir calor.
- l) Desconoce dónde queda contenida la energía como resultado de la fotosíntesis
- m) Las plantas utilizan la luz para mantenerse sanas.
- n) Pocos mencionan la elaboración de hidratos de carbono en el proceso, en particular el almidón.

Finalmente, el estudio que se encontró más reciente de ideas previas, sobre fotosíntesis, fue el realizado por Ekici, et al. (2007). Si bien, la intención de los autores fue realizar una propuesta para utilizar comics en la enseñanza de la fotosíntesis, da cuenta de ideas. El trabajo de investigación tiene dos ámbitos en las ideas previas. El primero, la fuente de alimentación de la planta y, el segundo, la interpretación del estudiante sobre la fotosíntesis.

Los alumnos consideran que la planta se nutre de:

- a) Suelo.
- b) El sol y el agua.
- c) Nitrógeno y fertilizantes.
- d) Agua, dióxido de carbono, la energía de la luz y el sol.
- e) Vitaminas.
- f) La planta no necesita ningún alimento.

En cuanto a la interpretación de la fotosíntesis:

- a) Es la respiración de las plantas.
- b) Las plantas convierten la luz solar en alimentos a través de la fotosíntesis.
- c) Las plantas convierten agua y dióxido de carbono en oxígeno a través de la fotosíntesis.
- d) La fotosíntesis es un proceso por medio del que las plantas producen energía.
- e) La fotosíntesis es un proceso de intercambio de gases.
- f) Es la producción del alimento de las plantas mediante la utilización de dióxido de carbono y agua, beben agua y la comida se comen.
- g) El dióxido de carbono y la clorofila se producen al final de la fotosíntesis.
- h) Fotosíntesis es el proceso de producción de los alimentos de las plantas mediante la utilización de oxígeno.
- i) Fotosíntesis es el proceso de la producción de alimentos de las plantas mediante la utilización de dióxido de carbono.
- j) Sólo las plantas verdes hacen fotosíntesis

1.3 Clasificación de las ideas previas de acuerdo con Driver

De acuerdo a las aportaciones de Driver (1989) mostradas al inicio de este apartado, se realizó una clasificación de algunas ideas previas, del fenómeno objeto de la intervención, agrupándolas de la siguiente manera:

Ámbito	Ideas de fotosíntesis presentes en alumnos de secundaria	Referencia de la ideas previas
Pensamiento dirigido por la percepción	a) El agua es esencial para las plantas, pero no está relacionada directamente con el crecimiento. b) Las plantas producen madera.	Barker, et al. (1989)
Enfoque limitado	a) Las plantas liberan oxígeno durante el proceso de fotosíntesis. b) Las plantas obtienen su energía de la fotosíntesis.	Stavy, et al. (1987) Seymour & Longden. (1991)
Razonamiento causal lineal.	a) Los requerimientos de las plantas son agua, aire, dióxido de carbono, oxígeno, suelo y luz solar.	Leach, Driver, Scott, & Wood-Robinson. (1996)
Conceptos indiferenciados.	a) La fotosíntesis es una respiración inversa. b) El proceso de la fotosíntesis en las plantas verdes equivale al de respiración en animales. c) Las plantas fotosintetizan y los animales respiran. d) Fotosíntesis es lo mismo que respiración en plantas.	Stavy, et al. (1987) García Zaforas, A. M. (1991) Treagust, & Haslam. (1986)
Dependencia del contexto	a) Las hojas beben el agua del rocío.	Wandersee. (1983)

Tabla 3. Clasificación de ideas previas sobre fotosíntesis a partir de las aportaciones de Driver et al. (1989).

La mayoría de las ideas previas que poseen los estudiantes, se encuentran ubicadas en el ámbito de conceptos indiferenciados. Permitiendo identificar un problema en la comprensión de la fotosíntesis. Un factor importante, se considera, es la forma en que el docente realiza su práctica. Debido a que, los conceptos indiferenciados, son los que predominan dentro de las categorías propuestas por Driver. Una de las probabilidades consideradas es la no integración de los contenidos, durante la educación básica.

La categoría conceptos indiferenciados, permitirá realizar una inferencia del modelo cognitivo de los estudiantes. Permitiendo una mayor claridad al momento de la elaboración de la estrategia didáctica.

1.4 Algunas consideraciones derivadas las ideas previas

Las ideas previas hasta aquí descritas, permiten sintetizar algunas consideraciones, para la elaboración de la estrategia didáctica; pues ahora podemos saber que los estudiantes:

- a) No tienen claras las diferencias entre el proceso de respiración y el proceso fotosintético. Lo que no permitirá comprender posteriormente el abordaje de la relación entre estos procesos.
- b) Considera a la luz, suelo, agua, minerales y clorofila, alimentos de la planta; los cuales no deben ser procesado sino simplemente ingeridos por la planta.
- c) Dan propiedades antropomórficas a las hojas, clorofila y raíces. Guiados por los conocimientos que tienen sobre los organismos considerados vivos. Lo que permite observar que el modelo de ser vivo que tienen es limitado, consecuencia, en cierta medida, por las aseveraciones anteriores.
- d) No identifican una relación entre la nutrición de las plantas y la importancia que tiene en las cadenas alimenticias en correlación al flujo de energía; las propiedades de la planta son manejadas en términos de oxígeno, a nivel molecular lo que dificulta la construcción del modelo haciendo un acto de fe.
- e) Identifican a la energía como una fuente de calor sin relación a procesos bioquímicos como la fotosíntesis que permite la nutrición de la planta.

Finalmente se considera que los estudiantes pueden lograr un modelo más cercano al científico, si se parte de aspectos macroscópicos que le permitan ir haciendo relaciones más precisas. Lo anterior, les permitirá sentar las bases para que en el nivel medio superior logren complejizar su modelo a niveles intracelulares y quizá un ligero acercamiento a niveles sub atómicos. El fenómeno que sin duda podría permitirlo es el crecimiento de la planta relacionándolo con el flujo de energía.

Capítulo 2

Las bases teóricas para la construcción de la estrategia didáctica

2.1 El constructivismo

El constructivismo, en la educación, ha sido producto de una reestructuración del conocimiento en función a cómo es que los sujetos aprenden (Driver & Oldham, 1986; Sanmartí, 2002 y Rodríguez, 2007). El surgimiento de este paradigma tiene lugar desde el punto de vista psicológico y epistemológico; del primero las principales aportaciones han sido en cuanto a la epistemología genética de Piaget y el paradigma sociocultural de Vigotski (Hernández, 1998); el segundo, es el que se considera para este trabajo, debido a que en la revisión de literatura en la educación en ciencias, se ha considerado una buena alternativa, debido a los acontecimientos históricos que han devenido en éste campo educativo.

Sanmartí (2002), contextualiza históricamente, los inicios de la importancia de la enseñanza de la ciencia, a partir de los grandes desafíos educativos que enfrentó Estados Unidos a partir de ser superado tecnológicamente por sus adversarios políticos, en especial la Unión Soviética. De esa forma, invierte millones de dólares en crear programas curriculares que les brinden una mejor educación científica a los jóvenes con el fin de hacer atractiva la actividad científica en su población para poder generar nuevos avances en ciencia y tecnología.

La inversión para la reestructura de los currículos y el tratar de hacer una ciencia más atractiva tuvieron pocos o nulos resultados. Sin embargo, las decisiones políticas influyeron en la apertura de nuevas líneas de investigación en cuanto a las ideas de los estudiantes y las nuevas corrientes epistemológicas que tuvieron una gran influencia en las ciencias como Kuhn, Toulmin, Lakatos, Popper, Giere y Feyerabend que conformarían, lo que Sanmartí denomina, escuela de pensamiento en filosofía de la ciencia.

Esa escuela permite la consolidación del constructivismo que consiste en “construir una interpretación del mundo a partir de las interacciones entre el sujeto, sus ideas, sus estructuras y la realidad, por lo que se asume que el conocimiento es el resultado de la actividad racional y constructiva del sujeto.” (Rodríguez, 2007:116). Implica entonces que el sujeto no sólo percibe lo que sucede y lo registra, sino que el sujeto interactúa entre lo que piensa y lo que percibe, generando de esta manera, como menciona Rodríguez (2007) una actividad en el sujeto racional y constructiva que es continua y dinámica, resultando de la interacción un sujeto proactivo.

A partir de este paradigma constructivista se derivan nuevas propuestas curriculares que contemplan, basándonos en Sanmartí (2002), los siguientes elementos: los conceptos son construidos mas no descubiertos (elaboraciones cognitivas), existen ideas construidas en el momento del abordaje de los temas (ideas previas), las ideas previas deben tomarse en cuenta en la enseñanza (planificación de la enseñanza considerando lo que conoce el alumno), los errores son parte del aprendizaje (la ciencia como construcción humana).

El constructivismo lo podemos relacionar con la idea de modelización puesto que, desde el punto de vista constructivista del aprendizaje “las construcciones realizadas se conciben como modelos provisionales, puestos a prueba continuamente, por confrontación con la experiencia y, si es necesario, modificarlos en consecuencia” (Driver, et al., 1986:115) lo que alude a entender la ciencia como una actividad humana que está en construcción y que permite extraer parte de la realidad para confrontarla con lo que conocemos y, de esta forma, construir y reconstruir nuestro conocimiento a partir de lo que conocemos, es decir de las ideas previas.

2.2 Modelización

Al hablar de modelos no sólo nos referimos a que los estudiantes de secundaria realicen una representación de algún fenómeno o proceso en una maqueta, un

dibujo, un verso, etc., Los modelos, a los cuales hacemos referencia, son mucho más que eso, debido a que surgen como producto de elaboraciones mentales construidas de manera individual o colectiva (Justi, 2006). Por lo que podemos decir que los modelos, son representaciones que elaboramos los sujetos para explicar hechos que suceden en nuestro entorno; por lo que los modelos podemos identificarlos como representaciones de una realidad (Giere, 1999). De esta manera, el modelar o modelizar, es tomar parte de la realidad, en la que nos desarrollamos, y realizar una representación cognitiva, explicativa, sobre los hechos que nos rodean.

Los modelos, son propuestos como parte de la reestructuración de las teorías científicas (Duschl, 1997). Gracias a los modelos, los científicos representan e interactúan con objetos tanto naturales como elaborados, incluyendo las creaciones simbólicas (Giere, 1999). Ronald Giere, es un filósofo propulsor de esta perspectiva cognitiva para comprender cómo es que son elaboradas las teorías científicas y cuál es su coherencia entre lo real y la representación.

Considerando los dos factores anteriores, Giere formula lo que él denomina en 1999, realismo perspectivo donde “los modelos son construcciones humanas que se ajustan más o menos a los objetos del mundo, el realismo perspectivo es la idea de que cualquier forma de representación proporciona una sola perspectiva del mundo” (Giere, 1999: 9); por ello, un modelo nos dará cuenta de una parte de la realidad.

En el caso del crecimiento de las plantas, la perspectiva que se pretende se enfoca en los hechos del mundo. Donde el hecho es la relación entre el crecimiento y la transformación de energía generándose glucosa a través del proceso fotosintético. El modelo que se pretende los estudiantes construyan no dará cuenta de la importancia de algunos nutrientes como el nitrógeno que influyen en el desarrollo de la planta.

De acuerdo con ésta visión Duschl (1997) retoma el trabajo de Giere sobre los modelos científicos y desglosa la evaluación que se le puede hacer a las teorías científicas en las que los puntos principales giran en torno a que deben ser coherentes, consistentes, sencillas (simples de entender), dar solución a problemas conceptuales y tener una gran capacidad de predicción. Las teorías entre mayor sea su ajuste a estas premisas más potentes pueden ser.

En la evaluación que explica Duschl, en relación a la propuesta de Giere, considera que existe una hipótesis teórica que se analiza, una predicción que permitirá identificar su potencialidad explicativa, en función a las condiciones iniciales que son los hechos empíricos y el conocimiento básico que sustentan la hipótesis de acuerdo al conocimiento vigente. Realizando las consideraciones anteriores los objetos del mundo se ajustan al modelo y viceversa; entre el modelo y la predicción existe una coherencia en donde los datos deben ser afines y éstos últimos son extracciones del objeto del mundo real. Es una correlación entre los elementos que sustentan de acuerdo con Duschl (1997) y Giere (1999) una evaluación o informe científico.

En cuanto a utilizar a los modelos como base para una intervención didáctica en las ciencias naturales es viable suponerlo, ya que como Sanmartí menciona "...esta visión de la ciencia implica poner el acento de la actividad escolar en la construcción de modelos por parte de los alumnos, modelos que les proporcionen una buena representación y explicación de las características de los fenómenos." (2002: 48) determinada por las características que Duschl ha sugerido en función de las aportaciones de Giere en cuanto a la consistencia, coherencia, sencillez, capacidad de predicción y resolución de problemas conceptuales. Así de esta forma García y Sanmartí (2006) consideran que puede existir una relación potencial entre el modelo y el fenómeno siempre que el sujeto pueda pensar, hablar y actuar; si estas relaciones se dieran podrían permitir el aprendizaje de las ciencias y no una memorización de conceptos.

Si bien los modelos son utilizados en la ciencia éstos han sido retomados en la educación en ciencias, como hemos mencionado, permitiendo la construcción de una nueva visión de la ciencia que se enseña en la escuela, la que si bien no cuenta con todos los elementos que tiene la hecha por los científicos, es coherente y permite explicar el fenómeno; se le ha denominado ciencia escolar (Izquierdo, Espinet, García, Pujo & Sanmartí, 1999) que busca un modelo de ciencia que sea afín a la hecha por los científicos como a la ciencia escolar (Izquierdo, et al., 1999).

La manera más factible para lograr lo anterior es utilizar un medio de transformación de la ciencia ‘erudita’ a una ciencia que pueda ser ‘sencilla’ de aprender por cualquier persona sin perder formalidad o mal informar de lo que es la ciencia, siendo la propuesta hecha por Chevallard (1985) con la transposición didáctica. Las aportaciones hechas por Giere las que reúnen una coherencia epistemológica e histórica de las ciencias así como psicológica, adecuado en la consolidación de conocimiento y adecuado para diversos currículos (Izquierdo, et al., 1999). La ciencia escolar cumple con las siguientes características:

Características	Descripción
Es ciencia	Si los modelos teóricos son adecuados al mundo de los alumnos.
Es experimental	Se transforma el mundo a través de los fenómenos en función al papel de la ciencia. Factores de argumentación y experimentación.
Es discursiva	Lenguaje importante para una buena comunicación y comprensión de los modelos.
Proporciona autonomía	Permite reflexión del aprendiz.
Es autónoma	Planificación de la ciencia escolar.
Es aplicada	Actividad con sentido.
Es diversa	Permite actuar y pensar en aspectos del mundo real.
Es rigurosa	A partir de los intereses diseñar modelo determinado por el lenguaje.

Tabla 1. Basada en el la ciencia escolar de Izquierdo et al. 1999

Aun cuando presento en la tabla las características de la ciencia escolar, éstas no determinan que todos los estudiantes logren la construcción de un modelo idéntico al que se presenta, como en nuestro caso el crecimiento de las plantas, debido a que “la capacidad de construir modelos es una destreza táctica que debe ser

aprendida y no enseñada” (Justi, 2006:176). Consideramos que es viable partir de un fenómeno debido a que el tener experiencias con el ‘objeto’ a modelar es parte importante para la construcción (Justi, 2006).

2.3 Referente disciplinario

Para poder intervenir en el aprendizaje de los estudiantes, es necesario tener claros, como profesores, los modelos científicos que se pretenden desarrollar. Como muestra de ello, a continuación presentamos las concepciones científicas que se tienen sobre el crecimiento de las plantas y el proceso fotosintético; para poder comprenderlo es necesario partir de la evolución del concepto lo que permite identificar cómo se ha entendido y tratado de explicar el proceso de fotosíntesis, que da pie a la comprensión del flujo de energía y, la evidencia física de él en los organismos fotosintéticos, el crecimiento.

Al final de este apartado presentamos un análisis del programa de estudios vigente de Ciencias I (Énfasis en Biología) donde desglosamos una descripción del plan de estudios y sus propósitos junto con análisis de las relaciones entre el tema de trabajo (fotosíntesis) y el fenómeno (crecimiento de las plantas) en el bloque que lo ubicaron. Concluimos con los aprendizajes esperados y las sugerencias didácticas que incluyen el programa, para guiar el ejercicio docente.

a) Desarrollo histórico del concepto de fotosíntesis

Cada uno de los procesos históricos que vivimos a lo largo del tiempo, ha dejado marcado el rumbo que toma el avance científico y tecnológico. A cada hecho que cambia la dirección de la tendencia histórica lo definimos como el inicio y/o fin de una edad. Así, hemos construido cuatro grandes etapas: la edad antigua, la edad media, la edad moderna y la edad contemporánea.

Edad antigua. Contemplada hasta el siglo V d.c. caracterizada por una visión geocéntrica, es decir, la tierra como el centro del universo. Existió una gran reflexión de la naturaleza impulsada por grandes filósofos como Aristóteles,

Demócrito, Sócrates, Platón, entre algunos más. Todos ellos tenían la herramienta principal con la que se inició el conocimiento; la observación y el pensamiento generado por el ser humano sobre el fenómeno que se observaba, es decir una relación sujeto-objeto. Por esta razón al tratar de explicar la nutrición de las plantas Aristóteles consideraba que "... la planta será incapaz de elaborar sus alimentos y deberá tomarlos ya elaborados por el suelo, que actuaría como un estómago. ..." (Cañal, 2005: 27). En esta misma etapa Hipócrates menciona que "... las plantas se alimentan de una serie de sustancias del suelo que habrían sido previamente digeridas por el mismo..." (Cañal, 2005: 28).

Estos dos filósofos tratan de explicar el proceso fotosintético con una visión antropomórfica, debido a que en su discurso manejan una analogía entre el proceso de adquisición de alimento y de nutrición del hombre, así como los órganos que conforman el aparato digestivo y le atribuyen estas mismas cualidades a las plantas. Durante esta edad se dieron varias aportaciones dirigidas en el mismo sentido que las propuestas por Aristóteles e Hipócrates.

Edad media. A la caída del imperio romano se inicia esta etapa comprendida del siglo V al siglo XV. En esta era se sigue con la visión geocéntrica y el predominio de la Iglesia la que queda con el resguardo de todo el avance científico y tecnológico que había surgido. Por eso Alberto Magno, quien fuera teólogo fue de los pocos de esta época que "...consideraba que la savia proporciona alimento a la planta y se transporta por venas, como vasos sanguíneos pero sin pulso. ..." (Cañal, 2005: 30), se sigue pensando con una visión antropomórfica se incorporan nuevos elementos en el discurso de Alberto Magno, al decir que "... los árboles que crecen en la sombra son así no por la falta de luz, sino de calor, pues el calor del suelo favorece la absorción del alimento por las raíces..." (Cañal, 2005: 30).

Edad moderna. A la caída del imperio de Constantinopla se inicia esta edad donde emerge una gran cantidad de conocimiento de todo tipo. Esta edad es también conocida como el renacimiento; abarca del siglo XV al siglo XVIII. En esta etapa

de la historia el conocimiento de la nutrición de las plantas se revolucionó, basándonos en Ledesma, (2000) podemos realizar la siguiente cronología:

Marcelo Malpighi	Consideraba que existía una relación entre las hojas y la savia para la elaboración de su alimento.
Edmé Mariotte	Las relaciones que existen entre las fuerzas físicas son las que no permiten que los líquidos salgan y se mantengan dentro de las plantas.
Stephen Hales	Mediante la física (cinemática y dinámica) explicando el fenómeno de la transpiración relacionándolo con las hojas. Llegando a realizar el primer cuestionamiento sobre la relación de la luz y las hojas.
Jan Ingenhousz	Realiza un conexión entre el oxígeno y el bióxido de carbono atribuyendo la facultad a la planta de absorber el segundo y expulsar el primero. Da una importancia a las hojas y tallos para la purificación del aire considerando la influencia de la luz y no del calor, como había sucedido una edad atrás, sobre las plantas.
Jean Senebier	Considera la relación entre el bióxido de carbono, la luz, la planta como factor de reacción, resultando la nutrición de la planta y oxígeno.

Tabla 2. Cronología de aportaciones en el desarrollo histórico de la fotosíntesis en la edad moderna.

Esta etapa estuvo marcada por el avance de la física para la explicación de la nutrición de las plantas y no tanto por el desarrollo de la biología, aun cuando los experimentos que se realizaron implicaron la presencia de seres vivos fotosintéticos tratan de ser explicados a partir del movimiento como un fenómeno natural físico. El acceso al conocimiento es el que permite que en tres siglos se realice mucha mayor creación de conocimiento que lo realizado los diez siglos anteriores a esta nueva era.

Edad contemporánea. Con la revolución francesa se inicia en el siglo XIX y hasta nuestros días una etapa en donde el avance científico ha permitido la comprensión de los fenómenos naturales de una manera sorprendente y el fenómeno fotosintético no ha sido la excepción. Claude Louis Barthollet inicia esta era al considerar que el oxígeno liberado por las plantas procedía del oxígeno encontrado en el agua, poco después Jean Senebier, demuestra que el oxígeno liberado en realidad procedía del bióxido de carbono, el avance en el conocimiento era tan rápido que poco después Nicholas Theodore de Saussure coincidió con Senebier sobre el origen del oxígeno pero además concluyó que existía una

relación entre el agua y el bióxido de carbono lo que permitía que se generara el alimento de la planta (Ledesma, 2000)

A partir de este momento en el proceso histórico y con las aportaciones de Juliud Robert Mayer sobre la generación de energía química se da un gran salto pues Jean Baptiste Boussingautl ya realiza una diferenciación entre el proceso de respiración de la planta y la nutrición de la misma en donde el oxígeno y el bióxido de carbono interactúan con fines relacionados pero en procesos diferentes.

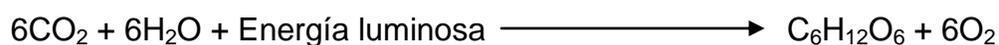
Esta nueva edad es caracterizada por la especialización, dentro de las ciencias naturales se encuentra la biología, dentro de ella, se encuentra la botánica y, de ella, se deriva la fisiología vegetal que a su vez llevó a Schimper a encontrar estructuras que llamó cloroplastos los que fueron estudiados y a los que estudia Julius Sachs que encuentra una sustancia en los tejidos vegetales. Líquido que se denominó clorofila (Ledesma, 2000).

Barnes, C. es quien acuña el término fotosíntesis (Ledesma, 2000). Esta breve reseña histórica permite observar que los procesos históricos han dejado traza en la evolución de conocimiento sobre el fenómeno fotosintético y que su desarrollo será determinado conforme las necesidades humanas lo requieran.

b) El proceso fotosintético

Para definir qué es la fotosíntesis, en general, la definen como *un proceso mediante el que los organismos autótrofos transforman energía luminosa en energía química* (Alexander, Bahret, Chaves, Courts, & D'Alessio, 1992; Horton, Mora, Ochs, Rawn, & Scrimgeour, 1993 & Audesirk, Audesirk, & Bruce, 2003).

En su mayoría, se hace referencia al proceso fotosintético, con una ecuación química que, en su expresión más sencilla, se representa de la siguiente forma:



La fotosíntesis, no sólo se comprende si se aborda desde la disciplina *bioquímica*. Aun cuando se considera que el profesor debe identificarla como un proceso de óxido-reducción, en el que el carbono del dióxido de carbono (CO₂) se reduce a carbono orgánico. Para la enseñanza de la biología siempre debe tener presente el contexto ecológico. Este enfoque permitirá la construcción de un modelo coherente y con mayor potencialidad explicativa.

Aunque en algunos microorganismos (cianobacterias) fotosintéticos el proceso es algo diferente, la fotosíntesis en las plantas consiste básicamente en la producción de una sustancia orgánica (un glúcido sencillo) a partir de moléculas inorgánicas (el *dióxido de carbono* como sustrato a reducir, y el *agua* como dador de electrones que se oxida), mediante el aprovechamiento de la *energía lumínica* (que queda almacenada como energía química dentro de la molécula sintetizada) y con desprendimiento de *oxígeno*.

El CO₂ se encuentra en la atmósfera, desde donde se traslada por *difusión* (siguiendo un camino inverso al del vapor de agua durante la *transpiración*), a través del ostiolo hasta las paredes del mesófilo, y desde allí llega hasta los cloroplastos.

c) Los cloroplastos

Las membranas especializadas, donde se encuentran embebidos la clorofila y otros pigmentos, se llaman tilacoides. Normalmente, presentan un aspecto de sacos o vesículas aplanadas. En los eucariotas, los tilacoides forman parte de la estructura interna de organelos especializados, los cloroplastos. El alga *Chlamydomonas*, por ejemplo, contiene un cloroplasto solitario muy grande. Una célula de hoja contiene característicamente entre 40 y 50 cloroplastos, y no es extraño encontrar unos 500.000 cloroplastos por milímetro cuadrado de superficie foliar (Alexander, 1992).

El cloroplasto está delimitado por *dos membranas* (la interna y la externa) y contiene una matriz interna o *estroma*. El estroma se encuentra atravesado por todo el sistema tilacoidal de membranas (o *lamelas*) que delimitan otro compartimiento, el *lumen* o *espacio intratilacoidal*. Los agrupamientos de tilacoides apilados forman los *grana* (pilas de lamelas granales), mientras que el resto de tilacoides forman las *lamelas estromales*.

Todos los tilacoides de un cloroplasto son siempre paralelos entre sí. Así pues, a medida que los cloroplastos se orientan hacia la luz, los millones de moléculas de pigmento pueden orientarse simultáneamente para optimizar la recepción, como si fueran pequeñas antenas electromagnéticas.

d) Etapas de la fotosíntesis

Con base en lo reportado por Horton et al. (1993), las reacciones de la fotosíntesis tienen lugar en dos etapas. En la primera etapa (las reacciones dependientes de la luz) o *fase luminosa*, la luz impacta en las moléculas de clorofila que están empaquetadas en una ordenación especial, en las membranas tilacoidales. Los electrones de la clorofila son lanzados a niveles energéticos superiores, y las moléculas de clorofila se oxidan. En una secuencia de reacciones, la energía que llevan estos electrones se usa para formar ATP (Adenosin Trifosfato) a partir del ADP (Adenosin Difosfato) y para reducir una molécula llamada NADP⁺ (Dinucleótido de nicotinamida-adenina fosfato). Las moléculas de agua se excitan en esta etapa para dar electrones que se usan para sustituir los que se marchan de la clorofila.

En la segunda etapa de la fotosíntesis (las reacciones independientes de la luz) o *fase oscura*, el ATP y el NADPH, formados durante la primera etapa, se usan para reducir el dióxido de carbono a un glúcido sencillo. Así pues, la energía química, temporalmente almacenada en las moléculas de ATP y NADPH, se transfiere a moléculas diseñadas para el transporte y el almacenaje en las células del alga o en el cuerpo de la planta. Al nivel tiempo, se forma una cadena carbonada con la

cual pueden fabricarse otros compuestos necesarios. Esta incorporación de dióxido de carbono en forma de materia orgánica, se denomina fijación del carbono, y se produce en el estroma del cloroplasto.

2.4 Análisis del programa de estudio

a) Programa de estudios

El programa de Ciencias I (énfasis en Biología) se encuentra vigente desde el año 2006, publicado por parte de la Secretaría de Educación Pública (SEP), éste rige la educación secundaria en nuestro país. El propósito de la revisión del programa es justificar la importancia que tiene el fenómeno del crecimiento como función de las plantas dentro de la visión que se encuentra en el plan de estudios.

Las pretensiones que tienen las autoridades encargadas del diseño curricular sobre la formación científica que debe poseer un ciudadano con estudios a nivel secundaria lo identificamos dentro de lo planteado por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) por la participación de nuestro país en la prueba PISA organizada por esta organización. Esta postura se hace presente en los propósitos, que son los que dan la dirección que debe seguir cada uno de los cinco bloques que conforman el programa de Ciencias I; los aprendizajes esperados, que reflejan los modelos cognitivos que deberá construir cada estudiante y, finalmente, en las actividades sugeridas, donde se dan una serie de propuestas para el docente de cómo podrá planear el abordaje de la temática.

Para explicarse el crecimiento de las plantas debe quedar clara la pretensión de la SEP en el programa. De esta forma es viable pensar en identificar los elementos y relaciones que se consideran en el programa identificando el modelo al que se pretende llegue cada estudiante.

En el carácter formativo del curso de Ciencias I, se menciona, que contribuye para el desarrollo de competencias para la vida y el fortalecimiento de procedimientos,

los que dependen del desarrollo integral. Éste desde la perspectiva de la enseñanza, en la parte conceptual, se plantea el sentido que se debe dar a los conceptos los que deben ser útiles y prácticos, contextualizados en su vida diaria presente y futura.

En la parte procedimental, se plasma que las habilidades y procedimientos deben seguir la línea de aprendizaje significativo de conceptos tomando en cuenta conocimientos previos de los estudiantes. En cuanto a las actitudes se plantean tres componentes para su enseñanza 1) Cognitivos, referidos al conocimiento de la actitud; 2) Afectivos, la que se explica, dentro del programa, como el sentirla interiormente y 3) Conductuales, donde se vea manifiesta la actitud tanto en el comportamiento como en las intenciones. Para lograr el aprendizaje actitudinal, redactan en el programa, que las actividades deben estar basadas en la observación, contrastación, comparación e imitación. Esos elementos deben contemplar creencias, ideas y costumbres.

La SEP, en el enfoque pedagógico para la formación científica básica, considera necesario fomentar conocimientos, habilidades y actitudes, como han quedado descritas. En su conjunto los denomina desarrollo integral, el que se debe dar a partir de contextos relacionados con la ciencia, la tecnología y la sociedad. Señala que el alumno es el centro de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, además, de atenderse a la diversidad cultural y social mediante recursos didácticos, estrategias y la evaluación. Los elementos mencionados son englobados en un marco de formación científica dirigida hacia la promoción de una visión humana de la ciencia y del trabajo científico.

La revisión de los componentes que estructuran el tema abordado en el programa (propósitos, aprendizajes esperados y sugerencias didácticas) es de vital importancia pues ayudan a entender el contexto en el que se manejará el fenómeno del crecimiento de las plantas y los matices que tendrá la estrategia

didáctica, para la intervención pedagógica, con relación a los elementos del programa de estudio.

b) Estructura del curso

El curso de Ciencias I está planteado en función a tres ámbitos: la vida, el ambiente y la salud. En todos está implícito el fenómeno del crecimiento ya que éste influye en cada ámbito que se menciona. El primero, alude al conocimiento de los seres vivos, entre ellos están claramente organismos como plantas, algas y cianobacterias que son organismos fotosintéticos. En el segundo, el cuidado del ambiente, donde los organismos fotosintéticos son parte fundamental para que se lleve a cabo el ciclo del carbono y los procesos de nutrición en los diferentes niveles tróficos.

El crecimiento de las plantas, cumple con lo planteado en el curso pues incide en la biodiversidad, forma parte de los procesos vitales, el ambiente e incluso guarda una relación con nuestra salud al incorporar alimentos que son producto del proceso fotosintético los que, en una dieta correctamente balanceada, ayudan al mejoramiento de nuestra calidad de vida.

El programa está estructurado por líneas, la asignada a la fotosíntesis, debido a que no se habla sobre fenómenos en el programa sino de procesos, es la de “Las interacciones de los seres vivos y el ambiente, en términos de diversidad y adaptación como producto de la evolución” (SEP, 2006:33). Permite que describa las incidencias que tiene la fotosíntesis en los seres vivos, su influencia en los procesos ambientales, conocer que existen diversos organismos y no sólo plantas que son fotosintéticos, por lo que permite comprender el proceso evolutivo de los organismo autótrofos lo que podría influir, según los aprendizajes que se esperen de los alumnos en el modelo SEP, reconocer que existen otros organismos autótrofos que no necesariamente son fotosintéticos aún cuando no tengan la misma incidencia en los procesos vitales.

c) De los propósitos del curso

Los propósitos que dirigen la conceptualización, las habilidades, actitudes y valores del curso de Ciencias I son cuatro que describimos a continuación:

“Identificar la ciencia como proceso histórico y social en actualización permanente, con los alcances y las limitaciones propios de toda construcción humana” (SEP, 2006: 33).

Tomando en consideración el propósito citado debemos pensar el surgimiento de la fotosíntesis como un campo de investigación. Éste se encuentra sujeto a procesos de reconstrucción desde principios de 1700 lo que permite identificar la importancia que tiene para la sociedad en los diferentes momentos históricos desde el descubrimiento del CO_2 como un gas presente en el aire hasta las actuales investigaciones sobre física cuántica presente en la fotosíntesis.

“Participar de manera activa e informada en la promoción de la salud con base en la autoestima y el estudio del funcionamiento integral del cuerpo humano” (SEP, 2006: 33).

Si bien la fotosíntesis no está directamente relacionada con este propósito si repercute en la calidad del aire y alimentos de origen vegetal lo que junto con algunos factores como el ejercicio mejoran el funcionamiento de nuestro cuerpo.

“Valorar la importancia de establecer interacciones con el ambiente que favorezcan su aprovechamiento sustentable” (SEP, 2006: 33).

Los organismos fotosintéticos son reconocidos como la base de las interacciones, también permiten, por intervención del hombre, la proliferación de organismos que conserven los componentes del suelo, la creación de zonas ecológicas, entre otras medidas del desarrollo sustentable.

“Conocer más de los seres vivos, en términos de su unidad, diversidad y evolución” (SEP, 2006: 33).

El reconocimiento de la diversidad de organismos fotosintéticos que existen, es parte de este último propósito, así como el comprender los elementos que conforman a cada organismo y los procesos evolutivos a los que han sido sujetos.

d) Sobre la descripción del bloque

Dentro del currículum se encuentra el fenómeno del crecimiento de las plantas en el apartado llamado bloque II, denominado, La nutrición. En éste se pretende, en la descripción textual del bloque “En cuanto al cuidado del ambiente, se promueve su valoración al reconocer la trascendencia del proceso de fotosíntesis en el intercambio de materia y energía, tanto para las plantas verdes como para otros organismos que integran las cadenas tróficas, incluyendo al ser humano” (SEP, 2006: 36).

Los elementos que guían la descripción del tratamiento de la fotosíntesis se encuentran presentes en la composición de los propósitos del bloque.

e) Sobre los propósitos del bloque II. La nutrición.

Los propósitos están estructurados para aludir a situaciones específicas, el primero a la salud, el segundo a la adaptación, el tercero al ambiente, el cuatro a la tecnología y el quinto a la integración de conocimientos. Existe una presencia de la fotosíntesis en todos, como hemos estado analizando y relacionando con antelación.

Es importante observar que desde el enfoque de la formación científica y la descripción del curso de Ciencias I han sido claras las pretensiones que tendrán los propósitos del bloque. Sólo los mencionamos como referencia puesto que han quedado justificados:

1. Identifiquen la importancia de la nutrición en la obtención de energía y en la conservación de la salud.
2. Comparen diversas formas de nutrición de los seres vivos y las relacionen con la adaptación.
3. Relacionen el aprovechamiento de recursos alimenticios con la aplicación de medidas para el cuidado y la conservación del ambiente.
4. Reconozcan la importancia de la tecnología en la producción de alimentos.
5. Apliquen e integren habilidades, actitudes y valores durante el desarrollo de proyectos enfatizando el planteamiento de hipótesis, así como la obtención y selección de información.

f) Sobre el fenómeno dentro del bloque

El fenómeno del crecimiento de las plantas, no se encuentra contemplado directamente en el programa de estudios; sin embargo, considero que se puede abordar en el tema de fotosíntesis que se encuentra marcado como el subtítulo “2.3 Valoración de la importancia de la fotosíntesis como proceso de transformación de energía y como base de las cadenas alimentarias” (SEP, 2006: 47)

En dicho subtítulo, consideramos que se podrían desarrollar los siguientes componentes:

La comprensión de qué es la fotosíntesis como proceso biológico que permite la alimentación y nutrición de las plantas, quedando como producto observable de estos el crecimiento.

Qué órganos y organelos intervienen o inciden para observar el crecimiento de las plantas.

Qué sustancias son las que se encuentran presentes en las plantas.

Qué sucede con la energía que adquiere la planta.

Cuál es la relación que existe de los organismos autótrofos fotosintéticos con los demás niveles tróficos.

Estos elementos que logramos identificar son basados en lo propuesto por la SEP en la sección de aprendizajes esperados (SEP, 2006: 47) y que a continuación cito del lado izquierdo de la tabla.

Aprendizaje esperado	Importancia
Explica el proceso general de la fotosíntesis mediante modelos.	Elaboración de un modelo que permita explicar la fotosíntesis.
Identifica la relación entre la fotosíntesis y las estructuras celulares donde se lleva a cabo: los cloroplastos	El modelo debe contemplar estructuras celulares a nivel de organelos.
Reconoce la importancia de la fotosíntesis como base de las cadenas alimentarias.	El modelo de fotosíntesis lo relacionen con el modelo trófico de las cadenas alimentarias.

Tabla 3. Aprendizajes esperados en relación a importancia detectada.

De acuerdo con lo anterior el estudiante de secundaria debe explicar, identificar y reconocer a la fotosíntesis como un proceso de transformación de energía, que se produce en ciertas estructuras de organismos fotosintéticos y, que todo el proceso, no sólo repercute en el organismo autótrofo sino que a partir de él se dan interacciones entre los demás seres vivos que permiten el desarrollo de la vida.

Para desarrollar este modelo curricular, consideraremos como una base importante las pretensiones que tiene la SEP, para dirigir a los estudiantes a que lleguen a un modelo de crecimiento de las plantas contemplado en el proceso fotosintético. Estas se ven reflejadas en el apartado sugerencias didácticas, donde además da comentarios que dan una clara idea de los alcances y limitaciones del tema que se aborda con los jóvenes de secundaria.

g) Las sugerencias didácticas para la enseñanza del fenómeno

Dentro del programa de estudios, la SEP da tres sugerencias de cómo el profesor debe trabajar los contenidos con los estudiantes, las que se presentan a continuación:

Explorar los conocimientos de los alumnos acerca de las partes y funciones de las plantas, pues suelen creer que éstas obtienen su alimento directamente del suelo.”

Ésta sugerencia es importante si interpretamos que en la modelización permite tomar en consideración lo que piensan los alumnos, suponiendo, que de esta manera la SEP interpreta los modelos. La SEP reconoce que existen ideas previas en los estudiantes que hay que identificar para realizar una planeación didáctica del tema.

“Realizar observaciones microscópicas de cloroplastos, por ejemplo, en hojas de Elodea.”

Esta sugerencia permite en cierta medida complementar para llevar a cabo el segundo aprendizaje esperado, el que probablemente no sólo se cumpla con una observación al microscopio para que identifiquen que se encarga de captar la luz e incide directamente en la nutrición de la planta

“Es recomendable centrar el estudio de la fotosíntesis en los aspectos macroscópicos de la transformación de materia y energía, ya que este tema se revisará desde el punto de vista químico con el tema “Las reacciones redox”, en el tercer curso de Ciencias.”

Con esta sugerencia podemos interpretar que todas las actividades que ayuden a la construcción de un modelo de la fotosíntesis en los alumnos tienen que ser del organelo celular en adelante dejando, aparentemente, de lado los procesos bioquímicos.

Capítulo 3

Diversidad de alumnos, diversidad de modelos

¿Cómo plantear el Modelo Científico Escolar de Arribo?

En el presente capítulo, se explica la construcción de los modelos que nos permitirán la construcción de la estrategia didáctica. Los modelos que se infirieron son: el modelo de las ideas previas, el modelo curricular, el modelo científico y el modelo científico escolar de arribo.

3.1 Modelo desde las ideas previas

Retomamos las ideas previas más recurrentes reportadas en la literatura que tenían que ver con fotosíntesis, nutrición, alimentación y crecimiento, obteniendo el siguiente modelo:

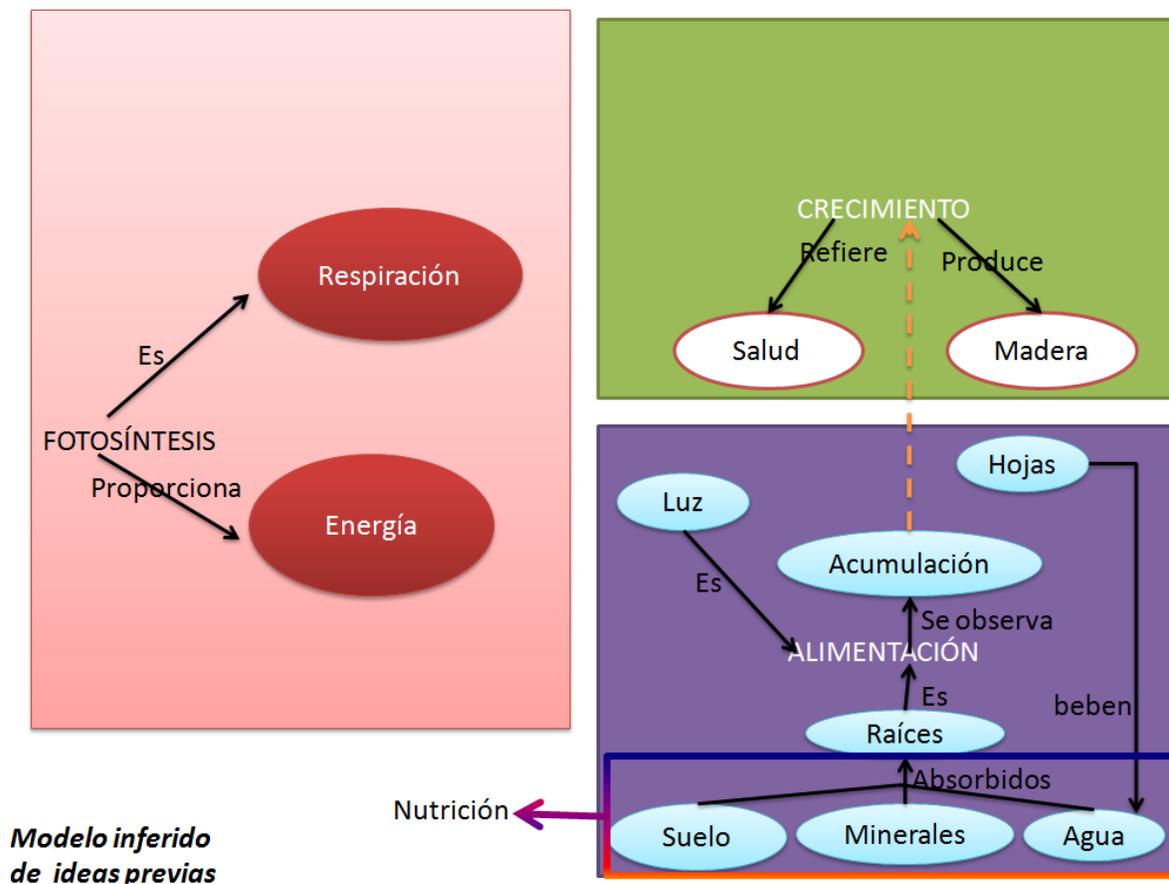


Figura 1. Modelo inferido de las ideas previas de estudiantes de secundaria.

Los estudiantes de secundaria tienen presentes los elementos que permiten comprender el crecimiento de las plantas en relación a la transformación de energía, pero las relaciones que hacen de estos elementos no son las ideales. Además de considerar a la fotosíntesis, crecimiento y alimentación como procesos separados. Existe una relación que denominaremos consecuencia involuntaria entre la alimentación y el crecimiento, debido a que no la ven como parte del fenómeno de crecimiento sino como una consecuencia de sobreproducción de alimento, además de confundir la nutrición con alimentación.

En el caso de fotosíntesis la ven como un proceso de respiración y como la que proporciona energía. Considerando la fragmentación que hay entre elementos y relaciones consideramos que, encontrar a alumnos con este modelo cognitivo es viable para poder rescatar que: la alimentación se observa en acumulación; que la acumulación se refleja en crecimiento; que minerales y agua son absorbidos por las raíces y, finalmente que hay una relación entre fotosíntesis y energía.

3.2 Modelo curricular

Para inferir los elementos y relaciones que se encuentran presentes en el programa de la SEP, en el tema de fotosíntesis, retomamos los aprendizajes esperados así como las sugerencias didácticas (ver referentes disciplinarios Capítulo II) logrando inferir el siguiente modelo:

Este modelo, que representamos en la figura 2, se fundamenta en tratar de centrar la atención en aspectos macroscópicos en cuanto a la transformación y transferencia de energía. Una gran dificultad del modelo es que al ser un proceso fotosintético que ocurre a niveles subatómicos (ATP, NADPH, electrones de H, haz de luz) para que se transforme la energía, puede caerse sólo en el aprendizaje de conceptos; los que representamos en mayúsculas para una mejor claridad en la figura 2.

La planta por medio de sus raíces absorbe agua y minerales que son conducidos por el tallo hasta llegar a las hojas que contienen cloroplastos que se identifican como las estructuras donde llega el agua que se combina con el dióxido de carbono captado por la planta que, utilizando energía solar, liberan oxígeno y transforman la energía luminosa en energía química, almacenada en glucosa que permite la transferencia de energía en las cadenas alimentarias.

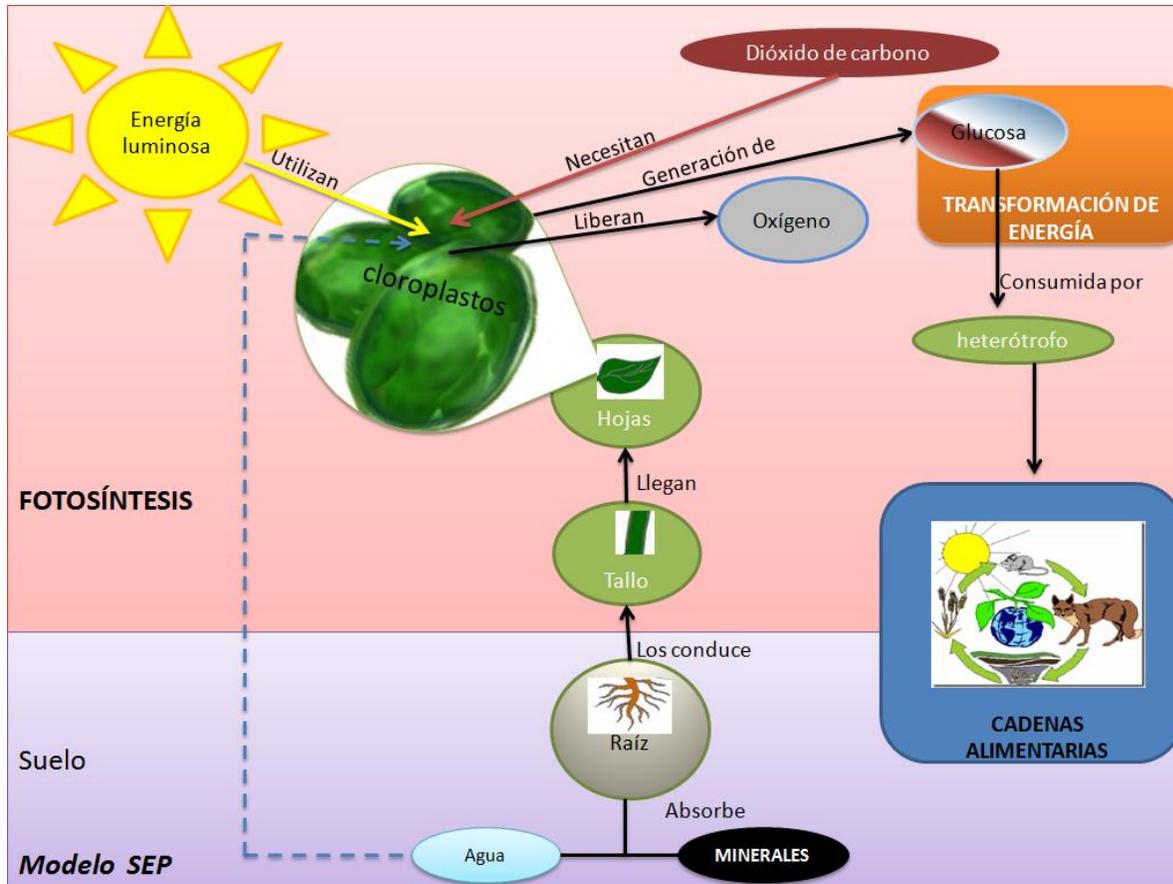


Figura 2. Modelo inferido a partir del programa de estudios 2006

Identificamos dos grandes aspectos que podrían dificultar el aprendizaje en el modelo de la SEP, el primero que no se está basando en un fenómeno, sino en un proceso, tal y como se encuentra planteado en el programa de estudios.

Se puede explicar el proceso general de fotosíntesis como una función para la producción de alimento y estructura de la planta. Se puede interpretar que la

fotosíntesis es necesaria sólo para organismos autótrofos, debido a que en la definición más simple y común de fotosíntesis se habla de una transformación de energía luminosa a química, no se explicita por qué es necesaria para los organismos heterótrofos y sus relaciones ecológicas. Con esa misma lógica está estructurado el tema en el programa de estudios.

En segundo lugar, se identifica al cloroplasto como el lugar donde se realiza el proceso fotosintético donde se encuentra moléculas de agua y dióxido de carbono que por medio de energía solar producen glucosa y liberan oxígeno. Sólo se pide observarlo en hojas, no se sugiere buscar alguna alternativa para identificarlo como un organelo esencial para que las plantas puedan producir su alimento y la importancia que tiene la captación de luz para las plantas, que podría ser observable.

3.3 Modelo científico

Para abordar el modelo científico consideramos los aspectos de nutrición, captación y transformación de energía; que representamos en la figura 3. Se puede considerar que las plantas crecen por la generación de glucosa que es un tipo de azúcar formada durante la fotosíntesis que, podemos entender, como la transformación de energía luminosa en energía química.

La fotosíntesis se realiza gracias a un pigmento llamado clorofila que se encuentra en una serie de discos, tilacoides, que están dentro de los cloroplastos, organelos de las células de organismos autótrofos. Para los cloroplastos son necesarios nutrientes como el dióxido de carbono y el agua, esta última se descompone en sus elementos mediante fotones, produciéndose la fotofosforilación dando la formación de ATP y NADPH utilizando fósforo inorgánico, reduciendo el NADP y liberando oxígeno proveniente de la molécula de agua.

Los ATP y NADPH producidos en la fotofosforilación son utilizados en la segunda fase de la fotosíntesis donde se integra dióxido de carbono en el ciclo de Calvin

donde se produce un gliceraldehído que es la base para la formación de carbohidratos que son almacenados en la planta en forma de glucosa que es alimento y estructura de la planta.

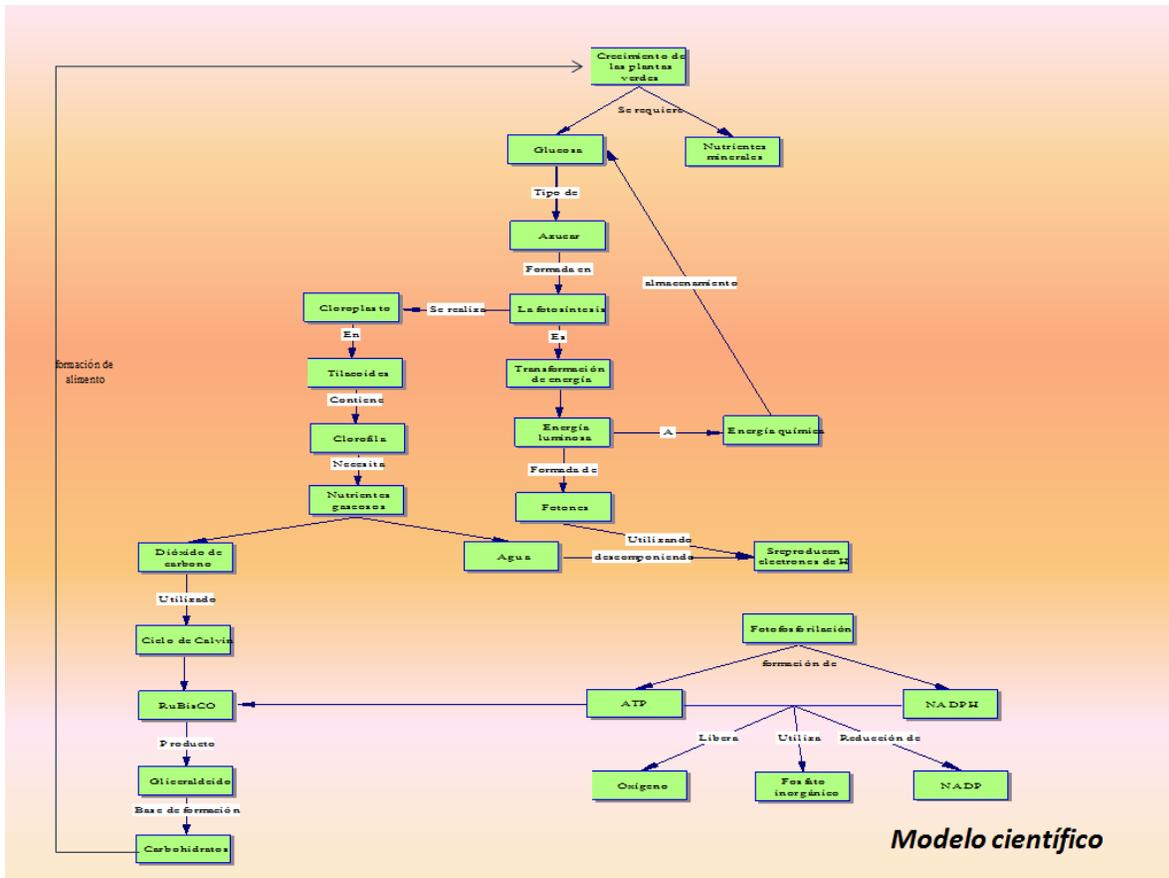


Figura 3. Modelo científico sobre el crecimiento de las plantas en cuanto a la transformación de energía

3.4 Modelo científico escolar de arribo

Para poder elaborar éste modelo tomamos a consideración los modelos descritos anteriormente de los que extrajimos los elementos y relaciones más apropiadas para crear un modelo que si bien no es el propuesto por la ciencia, está alejado del modelo que poseen los estudiantes. Se consideró la propuesta curricular hecha por la SEP, por lo que de cada uno extraemos las relaciones.

Para la elaboración de la propuesta del Modelo Científico Escolar de Arribo, se consideró la aportación de López-Mota (2011). Esta consiste en extraer elementos

y relaciones de cada uno de los modelos que el profesor construye y que permiten la elaboración de un modelo potente para la elaboración de la estrategia didáctica. En el siguiente cuadro se presentan elementos y relaciones que se extrajeron de cada modelo para realizar la construcción de modelo científico escolar de arriba.

Modelo	Curricular	Científico	Estudiantes
Relaciones extraídas	<p>Raíces: Absorción de minerales y agua.</p> <p>Tallo: conducto por el que se trasladan los minerales y agua.</p> <p>Hojas: Lugar donde se encuentran los cloroplastos y entra dióxido de carbono.</p> <p>Cloroplastos: estructura donde se lleva a cabo la fotosíntesis</p> <p>Transformación de energía: Generación de glucosa.</p>	<p>Crecimiento: almacenamiento y alimentación a base de glucosa.</p> <p>Los cloroplastos: se encuentran en tallos y hojas, captan energía solar esencial para proceso fotosíntesis.</p> <p>Transformación de energía: sucede en cloroplastos.</p> <p>Flujo de energía: Factor esencial para el crecimiento de las plantas.</p>	<p>Alimentación: parte acumulación.</p> <p>Acumulación: se ve en el crecimiento.</p> <p>Raíces: Minerales y agua son absorbidos.</p> <p>Fotosíntesis: producción de energía.</p>

Tabla 8. Relaciones tomadas de los modelos curricular, científico y del estudiante para proponer un modelo científico escolar de arriba.

A partir de la tensión producida entre los tres modelos, elaboramos un modelo que toma elementos y relaciones que considero permiten ampliar y relacionar mejor el modelo actual de los estudiantes, se observa en la figura 4.

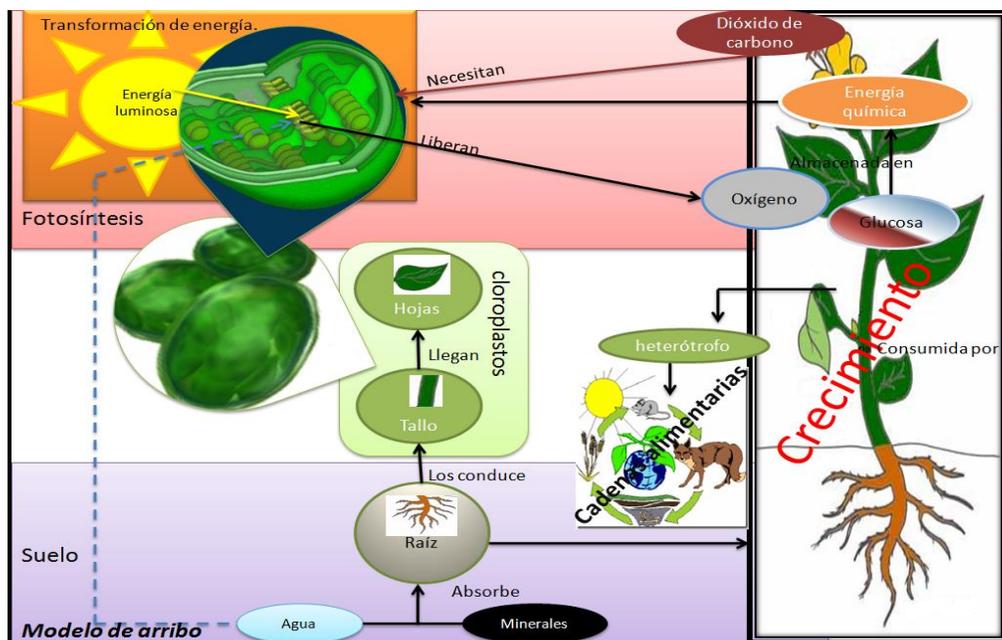


Figura IV. Modelo científico escolar de arriba.

Consideramos que el crecimiento es un fenómeno esencial en la comprensión de la transformación y la transferencia de energía, debido a que es el hecho observable del que se puede partir para clarificar que la planta se nutre de sales minerales, agua, dióxido de carbono; que existe una transformación de energía que se da en el cloroplasto, esencial para la alimentación de la planta y su crecimiento y que los organismos heterótrofos aprovechamos el almacenamiento de su alimento y lo ingerimos produciéndose un flujo de energía.

Lo que hace diferente al modelo que proponemos es precisamente que partimos del hecho de que la planta se alimenta para crecer, siendo una característica de los seres vivos, por lo que realiza un proceso fotosíntesis para lograr la transformación de energía y que este proceso que le permite el crecimiento lo realiza para ella, que en la planta se lleva a cabo la transformación de energía, en ella se almacena la glucosa que le da estructura y tamaño y que si bien como consecuencia de ese crecimiento otros organismos la utilizan para alimentarse no es el fin de la transformación de energía.

Por lo que el estudiante podrá expresar el por qué, cómo y para qué se lleva a cabo el crecimiento de las plantas haciendo una relación directa con la transformación de energía.

Capítulo 4

Diseño de la estrategia didáctica

Se plantea la visión sobre ciencia, las relaciones existente entre ésta con el modelo científico-escolar como una construcción teórica. Hasta cierto punto, hipotética, sobre como los estudiantes pueden llegar a construir un fenómeno como el crecimiento de la plantas desde la perspectiva constructivista.

Parte importante del trabajo se presenta es un marco teórico-metodológico sobre lo que ha sido entendido como una estrategia didáctica. Además de los momentos que se toman en cuenta para su desarrollo, los que han sido documentados, en la literatura revisada y la pertinencia de cada uno de ellos en la estrategia que se presenta. Se revisaron artículos publicados en México en el sitio web de ideas previas, artículos de la revista International Journal of Science Education y la revista Enseñanza de las ciencias.

Como último momento se plantea el cómo es posible llevar la teorización del modelo científico-escolar a la práctica, donde se pondrán en juego tres elementos que consideramos importantes para que lleven a cabo los estudiantes un proceso cognitivo como es la modelización, éstos son según García, et al. (2006) el pensar, actuar y hacer; lo anterior se plasma en una estrategia didáctica de la que se da la descripción de los momentos que la conforman así como el diseño de algunas de las actividades.

4.1 Los propósitos que tenemos

Las consideraciones que se tienen para el planteamiento de propósitos están estructuradas desde un punto de vista general y específico, por lo que, en esta lógica, su enunciación queda formulada de la siguiente manera:

1. Construir, fundamentar y evaluar una estrategia didáctica basada en la modelización, que permita guiar a los estudiantes de primer grado de

secundaria hacia la construcción de un modelo científico escolar de la fotosíntesis, utilizando como punto de referencia el fenómeno de crecimiento de las plantas, con el fin de que amplíen el modelo cognitivo que de ésta tienen.

2. Comprender al crecimiento como un fenómeno que es resultado de las relaciones bióticas y abióticas que se dan entre la planta y su medio.
3. Fomentar actitudes socialmente aceptadas como el trabajo colaborativo, trabajo en equipo y un ambiente de aprendizaje armónico.
4. Fomentar el desarrollo de habilidades como búsqueda y estructura de información, reflexión, análisis y la comprensión.

Para la realización de la estrategia didáctica fue necesaria una amplia revisión de la literatura de varios aspectos fundamentales que permitieron dar el enfoque al desarrollo de esta estrategia didáctica; dichos aspectos fueron el constructivismo que en la educación, ha sido producto de una reestructuración del conocimiento en función a cómo es que los sujetos aprenden (Driver et al. 1986; Sanmartí, 2002 y Rodríguez, 2007); partiendo de esta visión se toma la decisión de retomar aspectos y fundamentos epistemológicos. La decisión fue tomada a partir de la revisión psicológica del constructivismo, como se muestra en la siguiente tabla:

Constructivismo	
Psicológico	Epistemológico
Piaget: La epistemología genética Vigotski: El paradigma sociocultural	Kuhn: Las revoluciones científicas. Lakatos: programas de investigación científica Popper: Falsación. Giere: Realismo perspectivo.

Tabla 1. Visión del constructivismo inmerso en la estrategia didáctica

Como se puede observar, ambas rutas son válidas, sin embargo, consideramos que la que tiene una mayor potencialidad para el propósito de esta estrategia es el ámbito epistemológico debido a que conduce a la comprensión de la ciencia como una actividad humana, social y cultural, utilizando como vía la historia y filosofía de las ciencias; mientras desde el ámbito psicológico conduce a una visión de procesos cognitivos dejando un tanto de lado nuestra preocupación como docentes de ciencias.

Con estas consideraciones se retoman las aportaciones de López-Mota (2011), quien menciona que para la construcción de la estrategia didáctica es necesario poner en tensión tres modelos que giran en torno a lo que el alumno aprende; dichos modelos son el que los estudiantes poseen para explicarse el mundo, el que podemos deducir de las ideas previas que se encuentran reportadas en la literatura y el que, al momento de aplicar la estrategia didáctica, podemos identificar en actividades preliminares.

El segundo modelo propuesto es el que denomina curricular que se infiere del programa de estudios vigente y el tercero el científico que se deduce a partir de los consensos actuales de las comunidades científicas. De estos tres se retoman elementos y relaciones fundamentales que permitirán construir un modelo que él llama de arriba el que se considera tiene una mayor potencialidad para que el estudiante pueda explicarse el fenómeno en cuestión.

Es propicio señalar que el modelo científico escolar de arriba, es un modelo teórico debido a que, hasta esta fase de la construcción, no se especifican ni actitudes ni procedimientos, sin embargo, estos se harán explícitos en la forma en que se implemente la estrategia didáctica; lo que García et al. (2006), consideran como el actuar y hablar, puesto que sólo está implícito en el modelo de arriba el pensar que es una cuestión fundamental para la ruta que toman los otros de los elementos de la estrategia didáctica.

Para la estatura de la estrategia fue necesario interrogarnos lo que entendíamos por una estrategia didáctica, encontrando un acercamiento a lo propuesto por Méheut y Psillos (2004) que proponen que el término de “estrategia didáctica” deberá ser utilizado para referirse a la estrecha vinculación entre la enseñanza propuesta y lo que se espera que los estudiantes aprendan y, al mismo tiempo, contemplar su inclusión en un proceso evolutivo gradual, el cual está basado en la investigación destinada a entrelazar lo que la comunidad científica plantea con la perspectiva del alumno.

Para lo anterior proponen que se deben tomar algunos elementos que explicitan en lo que ellos denominan un rombo didáctico:

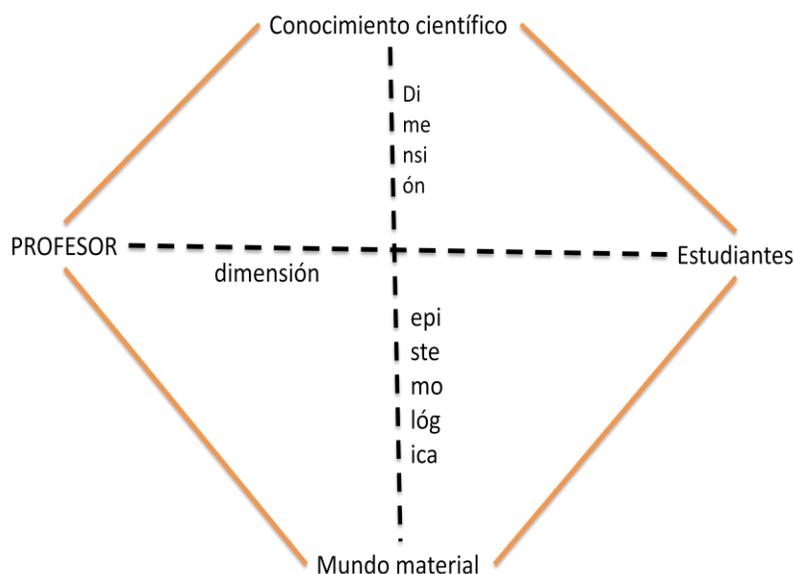


Figura 1. Dimensiones epistemológicas. (Meheut & Psillos, 2006)

En estas dimensiones para la construcción algunos elementos que se deben considerar son las concepciones de los estudiantes, las características del dominio científico específico, las suposiciones epistemológicas; además de las perspectivas de aprendizaje, los enfoques pedagógicos actuales y las características del contexto educativo.

Justi (2006) realiza una aportación sobre lo que es la modelización y un modelo sobre la modelización y, es sus conclusiones, menciona que los alumnos comprenden que son representaciones parciales de diferentes tipos de entidades que se construyen con una finalidad específica. Da una atribución fuente a los docentes puesto que considera que la responsabilidad de la construcción recae en el profesor, las que dividimos en tres aspectos:

1. ¿Qué deben modelar? (Búsqueda de fenómeno)
2. Establecer comunicación clara: nivel de conocimiento (ideas previas)
3. Los modelos manejados por los alumnos ¿Son claros? (Estrategia didáctica)

Las ideas de Justi. (2006) las explico en el siguiente cuadro, en relación al actuar del profesor y sus consecuencias:

Actuación del profesor	Consecuencia
Favorecer la discusión acerca de los códigos de representación utilizados por cada grupo.	Los alumnos comprendan la importancia de escoger la forma de expresión adecuada para sus modelos y, a la vez, favorecer la comprensión de cada modelo.
Favorecer la negociación de ideas	Condiciones necesarias para que las ideas interesantes se desarrollen.
Favorecer situaciones en las que las y los alumnos prueben sus modelos	Desequilibrio cognitivo que experimentan aquellos alumnos cuyos modelos presentan incoherencias.

Tabla 2. Actuar del profesor y consecuencias

4.2 Sustento teórico-metodológico

Para poder definir los momentos en que dividiríamos la estrategia didáctica, se revisaron tres propuestas que tienen esta finalidad. Las tres se encuentran en el marco del constructivismo y, derivado de su análisis se categorizaron en dos corrientes derivadas de su finalidad; dos de ellas en el cambio conceptual y una en la modelización.



Figura 2. Propuestas sobre estrategias didácticas

Cada uno de ellos proponen momentos que se deben considerar; Driver y Oldham (1986) mencionan que las subcategorías son cinco fases las que comprenden: fase de orientación, fase de elicitación, fase de estructuración, fase de aplicación y fase de revisión. Mientras que para López-Mota (2002) son tres fases: fase introductoria, fase de desarrollo y fase de cierre; pero para Sanmartí (2002) son cuatro: actividades de exploración iniciales, actividades de introducción de nuevos puntos de vista para la modelización, actividades de síntesis y actividades de aplicación y/o generalización.

Debido a las expectativas que se consideran para la estructura de la estrategia retomaremos las aportaciones realizadas por Sanmartí pues está enmarcada en la modelización. Su propuesta considera que se debe partir de lo simple hacia lo complejo y de lo concreto a lo abstracto. Para poder llegar a ello será necesario pasar por cuatro momentos o fases. Partir de lo concreto y simple, para ello será necesario el análisis de situaciones reales, concretas y simples, que posibiliten que el alumno: se plantee cuál será el problema objeto de aprendizaje y exprese sus ideas y conocimientos previos; lo que denomina como actividades de exploración.

Para pasar al siguiente momento denominado por ella como actividades orientadas a la introducción de nuevos puntos de vista mediante la investigación de nuevas variables,

analogías, relaciones, formas de mirar, de hablar..., aumentando progresivamente el nivel de abstracción, con la finalidad de facilitar el proceso de modelización.

Lo anterior derivará en actividades que propicien el cuarto momento llamado de síntesis; dichas actividades estarán orientadas a la sistematización y estructuración de los nuevos aprendizajes. Dando lugar al cuarto momento con actividades de generalización, estas serán de aplicación de los nuevos puntos de vista a otras situaciones reales concretas, simples o complejas para saber utilizar el nuevo aprendizaje en la interpretación de otros fenómenos y revisar el modelo elaborado y reiniciar el proceso. Mostrando al aprendizaje como un proceso cíclico y en continua transformación. Sanmartí realiza una sencilla representación de todo lo anterior que a continuación presentamos en la figura 3 para una mejor comprensión de su propuesta.

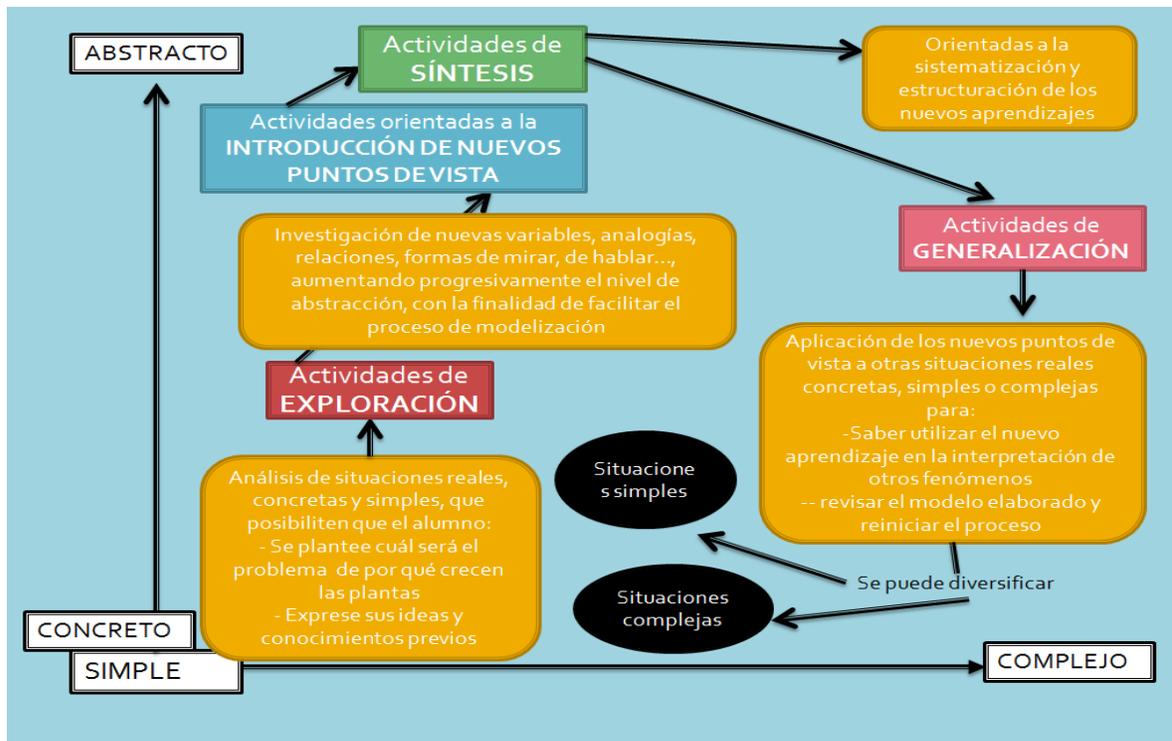


Figura 3. Categorización de Sanmartí, 2002

4.3 Momentos de la estrategia didáctica

En cada uno de los momentos de las actividades se mostrará, en este apartado, un cuadro de síntesis de la actividad.

Estos cuadros permiten tener un panorama general de la aplicación de la estrategia.

Actividad de exploración							
Tiempo aproximado	Propósito	Actividad	Momentos de la actividad	Finalidad	Acciones en los momentos	Tiempo aproximado por momentos	Evaluación
100 minutos	Exploración y reconocimiento de las ideas de los estudiantes mediante una situación real que permita a los alumnos cuestionarse sobre por qué crecen las plantas.	Si te fijas bien... ¡Las plantas pueden crecer!	1.- Presentación de materiales (plantas).	1.- Acercamiento al fenómeno y propiciar el cuestionamiento del fenómeno	Observación de las características físicas de la planta en tres diferentes momentos de crecimiento y descripción oral de las mismas	25 minutos	Tabla de registro y diagrama (Estos instrumentos se elaborarán por equipo)
			2.- Registro de datos y búsqueda de cuestionamientos.	2.- Sustento de los elementos que se encuentran presentes en su modelo	Registro de las características así como explicaciones de su influencia en el crecimiento. Compartir explicaciones con el grupo.	25 minutos	
			3.- Elaboración de un diagrama	3.- Plasmar el modelo de arranque que poseen sobre el crecimiento para identificar la articulación de los elementos y relaciones	A partir del acercamiento al fenómeno y el registro del mismo, plasmarlo en algún tipo de diagrama donde den coherencia a cómo piensan el crecimiento de las plantas y explicarlo ante el grupo	50 minutos	

Tabla 5. Actividad de exploración para la modelización del fenómeno del crecimiento de las plantas

1. Actividades de Exploración

En la primera sesión se dará la presentación del profesor ante el grupo, así mismo, esta etapa está subdividida en tres partes: la exposición de los materiales, el registro de observación y argumentación y la justificación de cómo interpretan el fenómeno del crecimiento.

El tiempo aproximado para la actividad de exploración es de 100 minutos; esta actividad la llamamos “Si te fijas bien... ¡Las plantas pueden crecer!” nombre que derivamos de la intención que ésta tiene ya que su propósito es explorar las ideas de los estudiantes y que ellos las reconozcan como propias propiciándoles una situación real que les permita cuestionarse sobre por qué crecen las plantas. La actividad está dividida, como se mencionó, en tres momentos los que tienen finalidades específicas que, en esta primera actividad, ayudarán a cumplir el propósito de la misma.

a) Primer momento

Se presentarán ocho especies de plantas, éstas serán de diferentes ambientes y zonas, cada una de las especies contará con tres especímenes en diferentes etapas de desarrollo y crecimiento, con la finalidad de acercar a los estudiantes al fenómeno y que se cuestionen sobre el mismo. El tiempo aproximado para el desarrollo de este momento es de veinticinco minutos.

Durante la implementación de este primer momento los materiales previstos son plantas de frijol, conífera, rosa, lenteja, cactácea, planta acuífera, planta desértica y cuna de moisés; cada una de estas en tres etapas diferentes de crecimiento.

Se presentarán en forma física varias etapas del crecimiento de cada una de las plantas (Figura. 4), se pedirá a los estudiantes observar sus características físicas como forma de hojas, tallo, pigmento, raíz, entre otras que ellos puedan tomar en cuenta y, además, que argumenten, desde lo que consideren relevante, qué factores han influido en la planta para que logren pasar de un nivel de crecimiento

a otro; además de detallar características específicas de cada etapa, como pueden ser de forma, color, textura, etc. Para ello se formarán equipos pequeños (de 3 a 5 integrantes), cada uno de ellos contará con tres plantas de la misma especie en diferentes etapas de crecimiento y ningún otro equipo tendrá la misma especie que el otro. Esto se espera, aunque no sea un propósito específico de la estrategia, consideren que no importa la especie o el medio dónde se desarrolle y crezca para que se dé el fenómeno de manera equivalente. La argumentación será verbal, en este primer momento, esperando sus ideas ante el grupo.

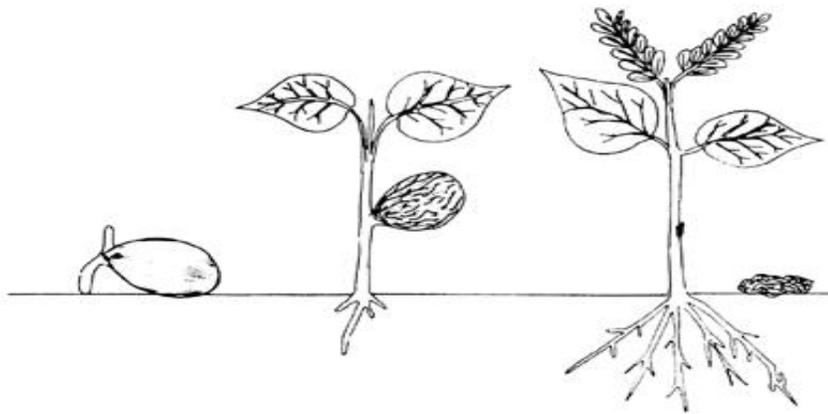


Figura 4. Tres etapas del crecimiento de una planta.

b) Segundo momento

Posterior al diálogo grupal, se motivará a los jóvenes a que realicen un registro de sus observaciones y explicaciones; esto último con la finalidad de contar con un sustento de los elementos que se encuentran presentes en su modelo. El tiempo aproximado de este momento es de veinticinco minutos.

A cada uno de los equipos que se conformaron desde el inicio de la actividad se le proporcionará la siguiente tabla:

Registro de datos		
Tipo	Características	¿Qué ha influido en la planta para que pasen esos cambios?
Muestra (semilla) 1		
Muestra (Pequeña) 2		
Muestra (Adulta) 3		

Tabla 3. Etapas del crecimiento de una planta

Se espera que de cada etapa de crecimiento identifiquen características físicas, por lo que se puede esperar un listado de ellas; en la columna tres al realizar la pregunta ¿Qué ha influido en la planta para que pasen esos cambios?, se espera que lo atribuyan a factores abióticos. Se concluirá este momento con un diálogo abierto al grupo para socializar el trabajo realizado.

c) Tercer momento.

Una vez que realizaron las observaciones, el registro de las mismas y de los factores que permiten que la planta pueda crecer, se les pedirá que realicen un diagrama donde se espera que plasmen el modelo inicial que poseen sobre el crecimiento para identificar la articulación de los elementos y relaciones, la instrucción que se les dará será “Elabora un diagrama donde expliquen ¿cómo consideras que las plantas pueden crecer?”. Cabe señalar que de ser necesario al existir dudas sobre lo que se entiende por diagrama, se propiciará a que expresen lo que entenderemos por un diagrama. La duración aproximada será de cincuenta minutos ya que al final de la elaboración del diagrama cada equipo expondrá de manera breve porqué consideran que el crecimiento se lleva a cabo de esa forma.

Se les dará una hoja con la instrucción redactada. Este momento lo llevarán a cabo por equipos. Como parte de la evaluación del aprendizaje consideraremos la descripción, argumentación, coherencia y síntesis; la parte conceptual influirá como referente a la evolución del proceso de construcción del modelo.

Ante la mirada de un profesor siempre es importante considerar cuál será su rol durante la implementación de alguna estrategia didáctica, por lo que pensando en ellos y esperando que en algún momento este trabajo llegue a sus manos, presentamos el siguiente cuadro que trata de rescatar del texto el papel que tendrá él y sus alumnos durante esta primera actividad.

Papel del docente y alumno en las actividades propuestas		
Actividad	Maestro	Alumno
Presentación de materiales	Presentará las diversas plantas propiciando un acercamiento con estos seres vivos, favoreciendo que expresen sus ideas sobre el hecho del crecimiento. Propiciará el trabajo en equipo y discusión de ideas al interior de cada grupo	Observa, reflexiona y discute el por qué considera que la planta crece. Expresa sus ideas sobre el fenómeno en cuestión.
Registro de datos	Propondrá la elaboración de un cuadro que permita el registro de las características físicas de las plantas así como plasmar las ideas que tengan los estudiantes sobre el porqué crece la planta.	Elaborará un cuadro donde enuncie las características físicas de la planta así como argumente por que crece la planta

Tabla 4. Trabajo del papel del profesor y alumno en las actividades y su intención.

Actividad orientada a la introducción de nuevos puntos de vista

Tiempo aproximado	Propósito	Actividad	Momentos de la actividad	Finalidad	Nuevos puntos de vista esperados	Acciones en los momentos	Tiempo aproximado por momentos	Evaluación
250 minutos	Propiciar un acercamiento al fenómeno que permita conflictuar y entender las relaciones de las partes de las plantas, elementos inorgánicos y el crecimiento	“¡Reconstruyamos los hechos! ¿Quiénes son los culpables del crecimiento?”	1.- Elaborar tabla y esquema.	Identificar los elementos que influyen en el crecimiento así como la relación entre ellos	Agua, luz, tierra	A partir del diagrama elaborado extraer los factores (elementos de su modelo) que influyen en el crecimiento, cuestionándose sobre el cómo influye y si actúan solos. Elaborar con esta información un esquema (Dibujo con descripciones) exponiéndolo ante el grupo.	50 minutos	Tabla de factores, esquema 1, registros de prácticas (seis) y esquema 2 ó diagrama. Actividades por equipo
			2.- Realización de prácticas de laboratorio: Crecimiento Tinción de flor Inhibición de luz Sustratos Inhibición de aire Cloroplastos	Identificar elementos orgánicos e inorgánicos así como procesos fundamentales para el crecimiento de las plantas y la producción de glucosa	Raíz, tallo, hojas, conducción de agua, energía solar, sustrato, minerales, CO ₂ , cloroplasto, transformación de energía y energía química	Orientación a la búsqueda de explicaciones de los factores considerados y conflictuar su potencial explicativo para que incorporen nuevos elementos que les permitan explicarlo más coherentemente apoyados por un instrumento orientador	150 minutos	
			3.- Exposición de la comprensión del fenómeno.	Plasmear la comprensión del fenómeno que han elaborado para identificar las relaciones y los elementos que han incorporado	Relaciones entre los elementos	Expresar de forma oral sus impresiones sobre el fenómeno y pedir la elaboración de un diagrama o esquema donde traten de explicar cómo están pensando que crecen las plantas y compartirlo al grupo	50 minutos	

2. Actividad orientada a la introducción de nuevos puntos de vista

Esta etapa está prevista que se desarrolle en doscientos cincuenta minutos, con el propósito de propiciar un acercamiento al fenómeno que permita entender las relaciones de las partes de las plantas, elementos inorgánicos y el crecimiento. Esta actividad la denominamos “¡Reconstruyamos los hechos! ¿Quiénes son los culpables del crecimiento?”. Los momentos que la conforman son tres: elaboración de una tabla y esquema, realización de prácticas de laboratorio y la exposición de la comprensión del fenómeno.

Los materiales y el espacio que se pretenden sean utilizados son el laboratorio de ciencias así como microscopio, portaobjetos, cubreobjetos, estuche de disección, vaso de precipitados, elodea, crisantemos blancos, tinturas, campana de vacío y algunos otros materiales que pudieran surgir a partir de las inquietudes de los estudiantes. En cada uno de los momentos de la actividad que a continuación se presentan se especifican materiales para su implementación.

a) Primer momento

Durante esta etapa de la estrategia se motivará a los estudiantes a que se planten algunas variables que influyen en el crecimiento de las plantas identificando los elementos que influyen en el crecimiento así como la relación entre ellos; para ello se pedirá que, de lo argumentado escrita y oralmente, en las actividades de exploración, extraigan aquellos factores (elementos) que consideran intervienen en los cambios de la planta. Se pedirá que realicen la extracción de esos elementos y los coloquen en la tabla que se les proporcionará, anotando a un lado de ellos cómo es que esos factores influyen en el crecimiento; en la parte inferior de la tabla se designará un espacio donde ellos colocarán su explicación sobre si ese factor necesita de algún otro o no, es decir, la relación que atribuyen a cada uno de los elementos, posteriormente cada equipo platicará su experiencia sobre lo realizado, desde el momento en que decidieron los factores que influían para el

crecimiento hasta la decisión de relacionarlo con algún otro. Si bien, por lo revisado en la literatura, los estudiantes identifican al agua, luz y tierra como elementos necesarios para las plantas, no exime a que algunos no lo relacionen además de que de que no lo atribuyen a un proceso de nutrición, por lo que esta actividad pretende que los nuevos puntos de vista sean agua, luz y tierra así como la relación de estos se asocie a la nutrición.

Factores a considerar en el crecimiento de la planta	
Factor:	¿Cómo influye?
Explica si actúa sólo o de qué otro u otros factores necesita para dicha acción:	
Factor:	¿Cómo influye?
Explica si actúa sólo o de qué otro u otros factores necesita para dicha acción:	

Tabla 6. Configuración del cuadro de factores que influyen en el crecimiento de la planta

Algunos de los factores, se espera que estén perfilados hacia la transformación de energía como es el almidón, agua y gases presentes en la atmósfera: esta actividad nos permitirá observar cómo es que se están incorporando nuevos elementos y relaciones al modelo cognitivo de los estudiantes. A partir de este momento se pedirá a los estudiantes que concreten qué es lo que estamos queriendo saber sobre las plantas, esperando que lleguen a inferir que se busca la explicación del por qué crecen las plantas; esto para ir subiendo el nivel de abstracción y como una ayuda a ellos para no focalizar la atención en aspectos que pueden no ser tan relevantes en la comprensión del fenómeno.

Se considerará para la evaluación del aprendizaje el tipo de elementos seleccionados, la justificación que se dé al por qué se seleccionó: si fue por azar, por casualidad o hubo un acercamiento a la discusión (análisis) de su importancia.

b) Segundo momento.

Una vez que se ha clarificado la búsqueda de la explicación al fenómeno del crecimiento y que se han ido construyendo un acercamiento a los elementos del modelo, pretenderemos introducir algunos experimentos que podrán ayudar a los estudiantes a ir realizando las relaciones entre los elementos.

Para poder realizar lo anterior, se iniciará cuestionando a los estudiantes sobre el cómo podemos argumentar que los factores son importantes o no para el crecimiento de las plantas. Se espera una diversidad de respuestas que pueden ser desde una eventualidad de hechos, la comprobación o bien, la búsqueda de la comprensión del fenómeno.

Se hará hincapié en que la ciencia no busca la comprobación de lo que sucede o el funcionamiento de los seres vivos. Sino que, muy al contrario, busca el comprender y que en muchas ocasiones se puede ir construyendo por medio de la experimentación. Para este momento se plantearán actividades experimentales que irán relacionadas con los factores que se espera estén consolidándose.

Antes del inicio de algunas de las actividades experimentales se involucrará a los jóvenes en el montaje debido a que se busca que puedan argumentar claramente por qué están sucediendo transformaciones con dichas sustancias:

1. Se colocarán flores en agua con tintura con la finalidad de identificar el agua como un factor importante en las plantas, otras más inhibiendo el agua.
2. Se colocarán dos plantas con las mismas características físicas y se les pedirá que a una le proporcionen un ambiente oscuro sin una mayor explicación.
3. Realizarán una práctica sobre el sustrato pidiendo que coloquen una planta en tierra, otra en unicel, una en papel y otra más en bolsas de plástico.

4. En relación al oxígeno, dióxido de carbono y demás elementos presentes en la atmósfera; se utilizará una planta con condiciones normales dentro de una bomba de vacío tratando de extraer todo el oxígeno que se encuentre presente.
5. Se realizará una siembra de trigo, cada equipo tendrá dos recipientes, al realizar en ambos la siembra uno de ellos lo colocarán en la luz y el otro lo mentarán en una bolsa negra.

Primero se retomará el análisis de la anatomía de la planta invitando a los estudiantes a realizar una disección de las partes de la planta. Para ello se proporcionará una planta, estuche de disección, cubreobjetos, portaobjetos y microscopio a cada equipo. Se pedirá que identifiquen las partes que conforman a la planta y que busquen la función de cada parte, contarán con enciclopedias, libros de biología y algunos libros de texto que contienen dicha información.

Se solicitará que en el equipo realicen un esquema que les permita ir configurando las partes con las funciones que realizan para que se pueda dar el crecimiento de las plantas. Por la información que se tendrá en el área de trabajo se pretende que encuentren relaciones de algunos organelos de las plantas, como los cloroplastos que intervienen en la transformación de energía así como elementos abióticos. Al finalizar la práctica se realizará una socialización de las conclusiones que hasta el momento han elaborado los estudiantes a partir de la búsqueda previa a la práctica y durante ella.

Para la evaluación se considerará el tipo de literatura consultada, los elementos que se encuentren presentes en el esquema y sus relación con el fin de ir registrando si han incorporado nuevos elementos y relaciones a sus modelo cognitivo.

De la práctica de tintura de la flor se pretende que los estudiantes identifiquen las funciones que tiene el xilema como la relación que existe entre tallo y hojas y organelos como los cloroplastos encaminando hacia la inclusión de la transformación de energía. Se proporcionarán materiales como microscopio, portaobjetos, cubreobjetos y estuche de disección; además de realizar registros de lo que observan.

Se espera que observen partes de la planta que tengan indicios de la tintura y busquen explicaciones sobre cómo es que llega el agua a esas partes de la planta y cuál es su finalidad. Se pedirá que retomen el esquema que ya habían realizado en la sesión anterior y que incorporen a él los elementos que les permitan explicar mejor cómo entienden el crecimiento de las plantas. Se pedirá que socialicen sus avances.

Una vez iniciada la búsqueda de explicaciones en factores abióticos, se pedirá que realicen la inhibición de luz en la planta. Para llevar a cabo esta práctica se ocuparán cartulinas oscuras, dos plantas idénticas para que pasados los días hagan una comparación entre ambas plantas priorizando la elongación de tallo y hojas. Se pedirá que se investigue cuál es la influencia de la luz en el crecimiento tratando que se reconozcan relaciones entre elementos biológicos y no biológicos quedando implícita la transformación de energía para que se pueda dar el crecimiento. Probablemente lleguen a conclusiones de procesos químicos que se dan al interior de la planta y que derivan en el crecimiento. Se pedirá que registren la influencia de la luz en factores biológicos y abióticos, dando a conocer sus conclusiones.

Hasta este momento es probable que se considere al agua como proveedor de sustancias nutritivas que permiten el crecimiento de la planta con intervención de la luz y ayuda de organelos y pigmentos que posee la planta; sin embargo no se considerará la importancia del sustrato en la que se encuentra la planta por lo que se cambiará el sustrato de las plantas previendo de todos los elementos ya

trabajados para poder observar y registrar las características físicas antes y después. Se pedirá que realicen una tabla con el registro de las observaciones y que expliquen por qué se dan cambios en la planta si se le están proporcionando luz y agua además de las características físicas de la planta. Se pedirá socializar conclusiones.

Para la incorporación del dióxido de carbono al modelo se utilizará la campana de vacío, se partirá de las observaciones y se pedirá indagar sobre el mismo donde ellos escogerán la ruta de trabajo ya que es posible que crean que los cambios en la planta son derivados por la falta de oxígeno y no de dióxido de carbono. En esta práctica habrá dos momentos de socialización una antes de la experimentación donde darán argumentos para indicar el gas o elemento que consideran le hace falta a la planta y otra posterior a la experimentación. Una vez concluida la actividad se pedirá que en conjunto realicen un cuadro que permita ir configurando la información que surja a partir de cada experimento y que esté relacionándose con el crecimiento.

Una vez más se retomará el esquema que han elaborado tomando en consideración su estructura de información y haciendo más consistente el esquema que están elaborando para explicar el fenómeno. Esta última permitirá identificar parte de la representación que están configurando del fenómeno, permitiendo observar la relación crecimiento-transformación de energía.

En la introducción de nuevos puntos de vista la evaluación se considerará a partir de las discusiones y reflexiones que se den en los espacios de clase quedando reflejados en el desarrollo de su esquema que les permite explicar el fenómeno del crecimiento de las plantas.

Papel del docente y alumno en las actividades propuestas		
Actividad	Maestro	Alumno
Factores de crecimiento de la planta	<p>Encaminará a la selección de elementos necesarios para el crecimiento de las plantas</p> <p>Propiciará que se discutan los resultados de la búsqueda y las reflexiones de considerar o no los elementos que tenían pensados los alumnos.</p>	<p>Seleccionará a partir de sus argumentos los diferentes elementos que influyen en el crecimiento de las plantas, teniendo libertad de elegir el método de selección.</p> <p>Justificará sus resultados a partir de las reflexiones de lo realizado pudiendo incorporar nuevos elementos a su modelo.</p>
Disección de la planta	Propondrá la elaboración de un cuadro que permita el registro de las características físicas de las plantas así como plasmar las ideas que tengan los estudiantes sobre el porqué crece la planta.	Elaborará un cuadro donde enuncie las características físicas de la planta así como argumente por que crece la planta
Tintura de la flor	<p>Propicie la búsqueda de explicaciones sobre el funcionamiento de la planta en la conducción de agua y hacia dónde se dirige.</p> <p>Incita a la elaboración de reflexiones sobre el crecimiento guiándolas a la construcción de un esquema.</p>	<p>Identifiquen las funciones que tiene el xilema como la relación que existe entre tallo y hojas y organelos como los cloroplastos encaminando hacia la inclusión de la transformación de energía.</p> <p>Grafiquen el constructo mental que han realizado hasta el momento sobre el crecimiento</p>
Influencia de la luz	Identifiquen a la luz como un factor que incite a reflexionar y analizar a la transformación de energía	Complejizar el esquema que han estado elaborando incorporando nuevos elementos.
Tipos de sustratos	Presentar sustratos como tierra, unicel, una en papel y otra más en bolsas de plástico. Orientar a reflexiones y elaboración de categorías	Reflexionar sobre la importancia que tienen los sustratos para la elongación de las plantas, considerando sus propiedades nutritivas, clasificando los cambios físicos que puedan darse dependiendo el tipo de sustrato que se utilice
Los cloroplastos	Para la incorporación del dióxido de carbono al modelo se utilizará la campana de vacío, se partirá de las observaciones y se pedirá indagar sobre el mismo donde ellos escogerán la ruta de trabajo ya que es posible que crean que los cambios en la planta son derivados por la falta de oxígeno y no de dióxido de carbono	Realicen un cuadro que permita ir configurando la información que surja a partir de cada experimento y que esté relacionándose con el crecimiento, será similar al que a continuación planteo.
Importancia del aire	<p>Se orientará a la búsqueda de la ruta de trabajo para poder explicar lo que le ha sucedido a la planta.</p> <p>Concretizar los elementos que permitan ampliar el modelo</p>	<p>Argumentos para indagar a el gas o elemento que consideran le hace falta a la planta y otra posterior a la indagación.</p> <p>Realicen un cuadro que permita ir configurando la información que surja a partir de cada experimento y que esté relacionándose con el crecimiento, será similar al que a continuación planteo.</p>

Tabla 7. Trabajo del papel del profesor y alumno en las actividades y su intención.

Actividad de síntesis							
Tiempo aproximado	Propósito	Actividad	Momentos de la actividad	Finalidad	Acciones en los momentos	Tiempo aproximado por momentos	Evaluación
50 minutos	Que establezcan las relaciones entre los elementos biológicos, abióticos y los procesos de transformación de energía.	¿Quién tiene la razón!... ¿cómo crecen las plantas?	1.- Historieta del crecimiento	1.- Acercamiento a una explicación errónea del crecimiento de las plantas	Leer una pequeña historieta donde se atribuyan factores erróneos al crecimiento de las plantas pidiendo que redacten sobre ¿Cómo puede ayudar lo planteado en la historieta al crecimiento?	10 minutos	Historieta y Esquema. Productos individuales
			2.- Contraste de ideas	2.- Argumentar sobre el cómo puede ser o no ser posible el crecimiento de las plantas	Expresar oralmente sus argumentos sobre el crecimiento	15 minutos	
			3.- Nueva versión de la historieta	3.- Que sinteticen de manera escrita ideas básicas que les permitan elaborar su modelo de crecimiento	Propiciar el reconocimiento de sus ideas que les permitirán explicar en el siguiente momento de la actividad el crecimiento	10 minutos	
			4.- Esquema del crecimiento	4.- Que cada estudiante exprese cómo está pensando que se da el crecimiento en las plantas	Orientar a la manifestación de cómo entendieron el crecimiento en un esquema, sencillo en su elaboración, que les permita plasmar lo realizado en las sesiones anteriores	15 minutos	

Tabla 8. Resumen de la etapa de síntesis.

3. Actividad de síntesis

Para llevar a cabo esta actividad de la estrategia didáctica se pretende tener un tiempo de cincuenta minutos, con el propósito de que los estudiantes establezcan las relaciones entre los elementos biológicos, abióticos y los procesos de transformación de energía. Esta actividad, basados en las formas en que se estructuraron cada uno de los momentos, la llamamos “¡Quién tiene la razón!... ¿cómo crecen las plantas?” los momentos que conforman la actividad de síntesis son cuatro: Historieta del crecimiento, contraste de ideas, nueva versión de la historieta y esquema del crecimiento.

Los materiales que se utilizarán para la realización de esta actividad son fotocopias de la historieta con texto y sin texto y una hoja blanca para la elaboración del esquema. La actividad se desarrollará en el salón asignado.

a) Primer momento

Una vez que han configurado su representación explicativa sobre cómo se da el crecimiento y para identificar la forma en que han estructurado cada estudiante su modelo explicativo se les presentará una historieta que en su contenido realiza afirmaciones incorrectas sobre el crecimiento de las plantas, la finalidad es que tengan un acercamiento a una explicación errónea del crecimiento de las plantas, se leerá la historieta y se les pedirá que escriba su respuesta a la siguiente pregunta ¿Cómo puede ayudar lo planteado en la historieta al crecimiento?, esto se realizará de manera individual. El tiempo aproximado se espera sea de diez minutos.

b) Segundo momento

Con la finalidad de que argumenten sobre el cómo puede ser o no ser posible el crecimiento de las plantas, se abrirá una discusión en la que se espera les ayude a contrastar sus ideas. Esta discusión se realizará con todo el grupo y la participación se hará de forma individual. Para realizar esta actividad se calcula un

tiempo aproximado de quince minutos; no se espera que todos los estudiantes tengan participación oral, por cuestiones de tiempo.

c) Tercer momento

A partir de la discusión, y como una forma en la que ellos pueden sintetizar ideas básicas que le ayuden a la construcción de una explicación más compleja sobre el crecimiento de las plantas, se le proporcionará la historieta descrita en el primer momento con la diferencia de que esta última no tendrá texto. Se les pedirá que si consideran que no está reflejando lo que es el crecimiento, modifiquen el diálogo a uno que ellos consideren exprese más claramente qué implica el crecimiento. Al finalizar la redacción se pedirá a algunos estudiantes compartan su trabajo ante el grupo. Para realizar esta actividad se tiene contemplado un tiempo aproximado de diez minutos

d) Cuarto momento

Como un instrumento que nos permita obtener algunos datos sobre cómo es que se está comprendiendo el fenómeno del crecimiento se pedirá a los estudiantes que de manera individual elaboren un esquema que refleje lo que se ha trabajado hasta el momento en términos del fenómeno del crecimiento. Para su elaboración se tiene contemplado un tiempo aproximado de quince minutos.

Actividad de aplicación y generalización							
Tiempo aproximado	Propósito	Actividad	Momentos de la actividad	Finalidad	Acciones en los momentos	Tiempo aproximado por momentos	Evaluación
50 minutos	Relacionen el crecimiento de las plantas con las cadenas alimentarias	¿Y a mí qué les las cadenas alimentarias?	1.- El caso del lago de Chapala.	1.- Exprese la importancia del crecimiento en un fenómeno relacionado: cadenas alimentarias	Orientar a la búsqueda de explicaciones de otro fenómeno relacionado para que puedan aplicar el crecimiento a otra situación	20 minutos	Actividad escrita. Individual
			2.- Conclusiones	2.- Comparta sus ideas con los estudiantes así como expresar lo que piensan en un esquema	Socializar sus ideas explicativas así como propiciar reflexiones sobre la importancia del crecimiento en un esquema	30 minutos	

Tabla 9. Síntesis de la etapa de generalización

4. Actividad de generalización

En una última sesión de cincuenta minutos se pretende concluir la estrategia con la finalidad de que los estudiantes relacionen el crecimiento de las plantas con las cadenas alimentarias, es decir que empleen el modelo cognitivo sobre el crecimiento de las plantas que de él poseen. El nombre que le hemos asignado a esta actividad es “¿Y a mí qué las cadenas alimentarias?”. Los momentos en que está dividida esta actividad son dos: el caso del lago de Chapala y una retroalimentación de lo aprendido. Los materiales que se utilizarán son actividades escritas en hojas de papel.

a) Primer momento

Para iniciar este momento se partirá de una pequeña reflexión sobre el trabajo que se ha realizado durante las sesiones. Se guiará la reflexión hacia la complejidad que tienen este tipo de organismos que a simple vista parecieran que sólo ocupan un lugar en nuestro planeta y que pareciera no fueran necesarios. Se les proporcionará una hoja con una lectura sobre la problemática que existe en el lago de Chapala. Plantea una reflexión sobre los diversos organismos que lo habitan y cuáles han sido las medidas que se toman para reducirla contaminación de este lago.

Se les plantearán tres preguntas que son ¿Cuáles podrían ser las consecuencias de dejar el lirio del lago?; ¿Cuáles son los factores que influirían para el crecimiento tan rápido del lirio? Y ¿Qué pasa con los seres vivos que dependen de las plantas de la profundidad del lago?; con estas se espera que pongan en juego el modelo que habrán de construir hasta este momento de la estrategia didáctica.

b) Segundo momento

Pretendemos que expresen en un esquema cómo relacionan el fenómeno del crecimiento con el impacto que puede tener en las cadenas alimentarias permitiendo que compartan sus ideas con los demás estudiantes. Para esto se pretende contar con tiempo aproximado de treinta minutos.

4.4. Contexto escolar de aplicación de la estrategia didáctica

La aplicación de la estrategia didáctica se llevo a cabo en la Escuela Secundaria Técnica No. 51 “Ing. Miguel Bernard” en el turno vespertino. La secundaria se encuentra ubicada, en la delegación Iztapalapa, la cual es conocida como una demarcación sobrepoblada y con muchas carencias económicas.

La escuela está en una de las pocas zonas de Iztapalapa que se pueden considerar como de nivel económico medio, ya que los estudiantes provienen de unidades habitacionales donde ambos padres trabajan. Como profesores no es común esperar a los estudiantes sin materiales para trabajar, pero los problemas se encuentran en la apatía para realizar los trabajos escolares. Debido a que los padres de familia, en muchas ocasiones, no supervisan que sus hijos rindan en el ámbito escolar. Dan por hecho que el proveerlos de los materiales necesarios es suficiente para que aprendan.

En este contexto, que pudiera parecer desolador para la implementación de la estrategia, se optó para llevar a cabo el trabajo. Debido a que se consideró que de acuerdo con el marco teórico en el que sustentamos nuestra estrategia didáctica, no es un factor que impida que los estudiantes puedan modelizar.

El grupo en que se llevó a cabo el pilotaje fue el 1º I el que en su matrícula oficial cuenta con 44 alumnos de los cuales se presentan, con cierta regularidad 36 estudiantes. En total de la matrícula se cuenta con 25 niñas y 19 niños. Dando 44 alumnos inscritos. Las edades de los estudiantes son 38 de 12 años, 5 de 11 años y 1 de 13 años a la fecha de aplicación. Los datos anteriores fueron extraídos de las listas de asistencia y CURP (Clave Única de Registro de Población) de los estudiantes.

El análisis de resultados se realizó utilizando Instrumentos de aplicación. Estos se detallan en el siguiente capítulo. Además de contar con las sesiones video grabadas y notas que se extrajeron al concluir cada sesión.

Se debe considerar que, si bien pertenezco a la plantilla docente de esta institución, la aplicación se realizó con un grupo asignado a otro profesor. Dichos alumnos del grupo no habían tenido contacto anterior conmigo.

Capítulo 5

Resultados y análisis

A continuación presentamos los resultados obtenidos durante la implementación de la estrategia didáctica. Los estudiantes desarrollaron un total de diecisiete actividades en cuatro etapas. Aplicamos siete instrumentos los cuales nos permitieron la recolección de datos cuyo análisis presentamos en la segunda parte de este capítulo.

La estrategia didáctica fue dividida en cuatro etapas: 1. exploración, 2. introducción de nuevos puntos de vista, 3. síntesis y 4. generalización. (Ver estrategia didáctica), en las tres primeras etapas se utilizaron dos instrumentos en cada una, los que permitieron la recolección de datos y en la última etapa se utilizó un solo instrumento para el análisis de la estrategia. Lo anterior se describe en la Tabla 1 y cada una de las etapas en las secciones siguientes.

Etapas de la estrategia didáctica e instrumentos que permiten el registro del modelo construido			
5.1 Exploración	5.2 Introducción de nuevos puntos de vista	5.3 Síntesis	5.4 Generalización
Tabla para registro de observaciones	Tabla para registro de componentes y de relaciones entre estos	Antejemplo del crecimiento de las plantas	El caso del lago de Chapala
Diagrama de ¿Cómo las plantas pueden crecer?	Diagrama ¿Cómo crecen las plantas?	Esquema de ¿Cómo crecen las plantas?	

Tabla 1. Se muestran los diferentes instrumentos que se utilizaron en cada una de las etapas de la estrategia didáctica.

El análisis lo realizamos a partir de un conjunto de categorías derivadas de los resultados de las actividades. Consideramos que, como producto de la realización de las actividades, los alumnos pudieron dar cuenta progresivamente, de diversos aspectos del fenómeno de crecimiento.

Los resultados de las actividades proveen dos tipos de información: elementos o estructuras participantes en el fenómeno de crecimiento e indicios de relaciones y procesos donde se involucran algunas de estas estructuras. A partir de ambos tipos de información de acuerdo con las etapas de la estrategia, estamos postulando que los estudiantes formulan modelos, los cuales se van haciendo más complejos en la medida en que se avanza en la estrategia didáctica.

Por lo anterior podremos transitar por la construcción de los modelos del estudiante, desde el momento de inicio de la estrategia (modelo inicial); durante el desarrollo (modelo intermedio) hasta su conclusión, momento en el cual postulamos como modelo logrado.

5.1 Etapa de exploración

Esta etapa se realizó en una sesión, en ella se determinaron las concepciones de los estudiantes sobre el crecimiento de las plantas con el propósito de hacerlos conscientes del modelo que poseen. Se aplicaron dos instrumentos, el primero lo denominamos tabla para registro de observaciones y el segundo un diagrama sobre ¿Cómo crecen las plantas? El primer instrumento fue diseñado para que los estudiantes plasmaran sus concepciones sobre el crecimiento de las plantas a partir de observaciones de diversas especies para acercarlos al fenómeno del crecimiento en una actividad previa al registro de datos. Consistió en una tabla con dos columnas, en la primera se colocaron tres filas para que enlistaran las características de las plantas en tres diferentes etapas de crecimiento y se organizaron esas características. En la segunda columna explicaron cómo crecen las plantas (Anexo 5.1).

De acuerdo a lo planeado en la estrategia se formaron doce equipos; tres de cuatro alumnos y nueve de cuatro estudiantes, los cuales se mantuvieron a lo largo de toda la estrategia didáctica, con excepción de las actividades diseñadas para trabajo individual.

La instrucción, en este instrumento, fue realizar una descripción de las características observadas en cada una de las plantas, en cuanto a estructuras presentes o ausentes. En este instrumento los estudiantes, a partir de sus observaciones, le dieron atributos a los diferentes componentes de estructura y externos, como la tierra, el sol y el aire desde sus concepciones del fenómeno.

Los estudiantes completaron la tabla y posteriormente discutieron al interior de los equipos. Al finalizar dieron a conocer al grupo sus consideraciones. El tiempo estimado utilizado en la sesión fue el previsto en la planeación de la estrategia.

El segundo instrumento utilizado en la fase de exploración lo nombramos diagrama ¿Cómo crecen las plantas? Con este instrumento se identificaron las ideas de los estudiantes ejemplificaron el proceso necesario para que las plantas crecieran. Se trabajó en equipo, la instrucción fue hacer un diagrama considerando que ellos ya habían observado el fenómeno y caracterizado diferentes etapas de crecimiento de las plantas. La actividad se llevó a cabo de acuerdo a lo planeado y al finalizar el trabajo cada equipo explicó cómo estaban entendiendo el crecimiento de las plantas.

Los estudiantes dieron diferentes tipos de respuestas (Anexo 5.3). Argumentaron para poder expresar su interpretación del crecimiento. Consideraron respuestas que van muy enfocadas, en su gran mayoría, a la experiencia que tienen con el fenómeno. Para caracterizar el fenómeno, utilizan elementos y relaciones de uso común en los contextos del hogar. En la Tabla 2 presentamos una síntesis de los resultados obtenidos en esta primera etapa.

Elementos	Tipo de argumento enunciado	Frecuencia
Agua Tierra Luz Tiempo	Con el paso del tiempo las plantas pueden crecer	4/12
Alimento Tierra Agua Sol	La planta se alimenta de tierra La planta necesita agua para no morir La planta necesita de sol	5/12
Alimento Tierra Agua Tiempo	La planta crece cuando se alimenta de agua y de la tierra a través del tiempo	3/12

Tabla 2. Síntesis de respuestas de los estudiantes de acuerdo a los argumentos que menciona cada equipo. Para ver respuestas completas de los equipos revisar anexo 5.3

Los resultados presentados en la tabla anterior se rescataron de acuerdo a los instrumentos ya mencionados. Para dar un ejemplo de sus explicaciones, en las siguientes figuras se dan dos ejemplos categorizados en la tabla.

Registro de datos		
Tipo	Características	¿Qué ha influido en la planta para que sucedan esos cambios?
Muestra 1 (Pequeña)	Es verde, tiene rayas blancas y tiene picos pequeños que se sienten como espines pero no son espines.	En la planta he influido que les de el sol, cuando llueve reciben agua y el viento les da como su oxígeno para que sigan vivos.
Muestra 2 (Mediana)	Es más grande tiene más hojas que la prima, luce más sucia la planta y se notan más sus rayas blancas.	
Muestra 3 (Adulta)	Es más grande que las pasadas, tiene más hojas que las pasadas, tiene más parecido a la sábila y tiene tallos rígidos.	

Figura 1. Tabla de registro de datos

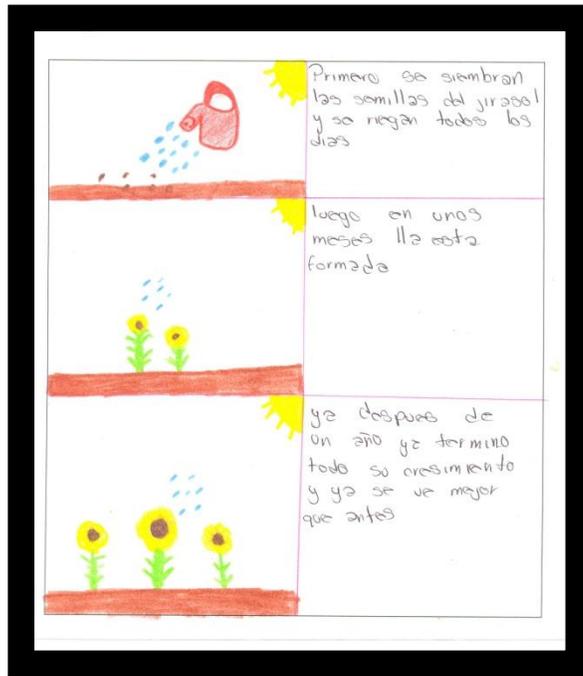


Figura 2. Esquema ¿Cómo crecen las plantas?

El primer ejemplo se encuentra categorizado con una frecuencia de cinco de doce, y podemos observar cómo es que los estudiantes consideran que necesitan de ciertos elementos como alimento. A continuación se presenta un acercamiento de la misma imagen donde explicitan su argumento.

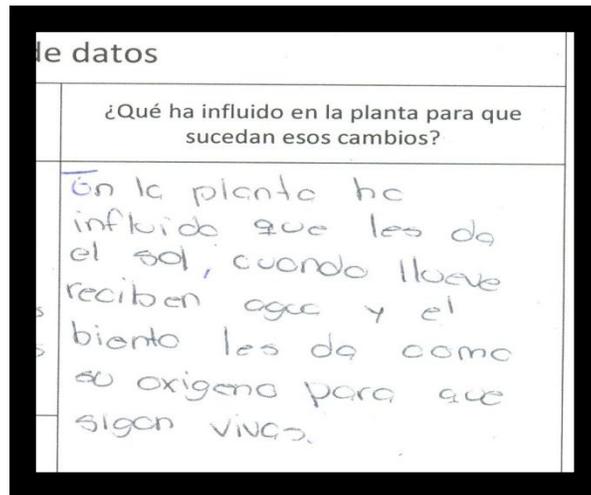


Figura 3. Argumento de los estudiantes para explicar el crecimiento

En el segundo ejemplo se observa como el tiempo juega un papel importante para el crecimiento de las plantas y aún cuando en los dibujos representan al sol y el

agua, no explicitan en el texto si tienen una función. Por lo tanto ellos se enfocan únicamente al tiempo.

Podemos observar en estos resultados algunos elementos comunes entre los equipos, pero las relaciones establecidas en sus respuestas son de diversa naturaleza. Cuatro de los doce equipos consideran el paso del tiempo como determinante para producir el crecimiento de las plantas. Cinco de los doce equipos no pueden concebir a una planta en crecimiento sin tierra, agua y sol. Tres de los doce equipos conjuntan los elementos de agua y alimento a la par del tiempo para realizar su explicación del crecimiento.

5.1.1 La construcción del modelo inicial

Los esquemas y tablas elaboradas por los estudiantes en equipo, se analizaron en cuanto al significado. Posteriormente se agruparon por categorías determinadas empíricamente y en concordancia con su similitud y frecuencia de la totalidad de los resultados obtenidos (Ver Anexo del 5.1 al 5.6).

Consideramos de suma importancia propiciar la elaboración de una representación gráfica y escrita (Anexo 5.1) producida por los estudiantes como producto final de cada una de las cuatro actividades de la estrategia didáctica. Estas representaciones las postulamos como los modelos. De acuerdo con el marco teórico adoptado, tanto los textos como los dibujos son representaciones de los modelos de los estudiantes (Sanmartí, 2002), los cuales fueron producidos a partir de sus conocimientos tanto como de las observaciones sobre las actividades de clase y/o experimentales realizadas.

Dentro de la actividad de exploración, el instrumento para el registro de datos fue usado por los estudiantes para mencionar algunos factores intervinientes en el crecimiento, los cuales ellos llamaron componentes.

Al realizar la revisión del instrumento encontramos que existen coherencias entre lo que escribieron en la descripción y la pregunta que se les realiza donde esperábamos colocaran relaciones entre los factores de crecimiento, el cuestionamiento fue: ¿Qué ha influido en la planta para que pasen esos cambios?

¿Qué se entiende por cambio? Si bien la palabra pudiera sonar confusa, debido a que puede dar la idea de ser correcto. Ya que existe una transformación de energía, para los estudiantes, es un cambio menos complejo e incluso mágico. Lo anterior, porque consideran, por sus explicaciones, que el cambio que se considera como mágico se da como consecuencia no explícita del tiempo, es decir ¿Por qué crece una planta? Pues porque todos los seres vivos crecemos, así debe ser.

La consideración de factores. En algunos equipos fue evidente que su pensamiento los llevó a atribuir a alguien el crecimiento. Buscaron la explicación en algo que influye en la planta porque ella no puede tomar lo que necesita. La forma en que los estudiantes estructuraban su pensamiento era: Si la planta no puede alimentarse ¿Quién puede ayudarla? Entonces, quien auxiliarla es el hombre. Él le proporciona los cuidados necesarios colocándole agua, tierra y poniendo a la planta en el sol ¿Para qué? Para que crecer pero sin explicar cómo es que influyen en la planta. Por ello su explicación queda al nivel de factores.

Cambio y factores. La conceptualización es la misma (decir cual) que se manifiesta en las otras dos grandes explicaciones, pero la diferencia se encuentra en que el cambio es algo “mágico” que, para que funcione, necesita de componentes proveídos por el hombre donde la relación cambio-factores se encuentra ligada al tiempo. Es decir, si yo le coloco agua, tierra, luz, etc., la planta, después de un tiempo, cambia ¿cómo influyen los factores? ¿cómo se produce el cambio? Luego, estas dos preguntas pueden responderse acudiendo al factor tiempo.

El segundo instrumento que se utilizó fue un diagrama denominado ¿Cómo crecen las plantas? A partir de las respuestas dadas por los estudiantes se identificaron categorías.

Categoría	Frecuencia de equipos
Relación directa	3/12
Proporcionar de cuidados	5/12
Cuidados y función	4/12

Tabla 2. Categorías y frecuencias de las respuestas de los estudiantes sobre el cuestionamiento, mediante un diagrama de ¿Cómo crecen las plantas?

a) Categoría “relación directa”

En la categoría relación directa, los estudiantes dan propiedades independientes a los elementos necesarios para que la planta crezca, es decir, no establecen una conexión o relación entre elementos; sino que todos suministran a la planta de manera independiente, esta idea está presente en 3 de 12 equipos.

b) Categoría “proporcionar cuidados”

En esta categoría los estudiantes (5 de 12) consideran que la planta necesita de varios nutrientes para poder crecer sin dar mayores explicaciones en cuanto a la función que desempeñan los nutrientes. Estos, son proporcionados por el hombre incluso el sol ya que se debe poner atención a colocar las plantas en el lugar correcto.

c) Categoría “Cuidados y función”

Dentro de esta categoría los estudiantes consideran (4 de 12 equipos) que a las plantas se les deben proporcionar los elementos necesarios para cumplir con algunas funciones. Entre ellas, el crecimiento, aun cuando no explican relaciones exactas estas están guiadas a través del tiempo.

Del análisis cada uno de los equipos podemos identificar tres ideas que permanecen implícitas en los equipos. Estas permiten a ellos explicarse el

crecimiento en condiciones de tiempo donde pueden intervenir factores, cambio o en su conjunto, cambio y factores.

5.1.2 El modelo inicial

Las diferentes formas de concebir el crecimiento de las plantas durante la primera actividad, nos condujo a postular, a través de las categorías, la manifestación de al menos tres modelos de inicio de los cuales parten los estudiantes. Al considerar la frecuencia con la cual se presentaron los definimos como de cambio, de factores y de interacción.

Modelo inicial de cambio. Este modelo se encuentra presente en 3 de los 12 equipos. Estos equipos mencionaron los elementos: alimento, tierra, agua y tiempo; y al referirse al crecimiento, lo vinculan a la alimentación por agua y tierra durante un cierto tiempo. De lo anterior podemos destacar cómo sus explicaciones giran en torno al cambio de las plantas a través del tiempo. En el registro de observaciones de las plantas no hay explicaciones sobre cómo se dan las relaciones entre los nutrientes. Los nutrientes se encuentran presentes en la planta, pero no hay conexión en cuanto a su función, utilidad o importancia; la referencia al tiempo es el elemento predominante en sus explicaciones del crecimiento.

Postulamos entonces la manifestación de un modelo inicial de cambio en el cual se consideran solo algunos de los elementos del modelo de arriba; y donde el tiempo podría sugerir la verificación de un proceso en el cual el cambio en la planta se refiere a su crecimiento.

Modelo inicial de factores. Este modelo fue evocado por 5 de 12 equipos y resultó ser el de mayor frecuencia. Los factores no fueron relacionados entre sí. Pero existe una relación independiente de cada uno de los nutrientes con la planta, vistos los nutrientes como alimento que obtienen de manera directa, por lo que las consideraciones que podrían tener en cuanto a las relaciones serían:

- I. La planta se alimenta de tierra
- II. La planta necesita agua para no morir
- III. La planta necesita de sol

Los jóvenes consideran a los elementos importantes sin considerar una relación con las estructuras de las plantas, es por ello, que es un modelo simple y muy semejante al inferido de la revisión realizada de las ideas previas.

Modelo inicial de interacción. En este modelo 4 de 12 equipos toman en consideración tanto al cambio como a los nutrientes, este modelo tiene como eje principal al tiempo, el cual influye en el crecimiento de la planta; siempre y cuando la planta se alimente. Las relaciones deducidas son:

- I) La planta crece si se le proporciona agua, tierra y luz (cuidados)
- II) Con el paso del tiempo y los cuidados, la planta crece

5. 2 Etapa de introducción de nuevos puntos de vista

Una vez que logramos conocer las ideas de los estudiantes y además, ellos lograron apropiarse de ellas, es decir, tomen conciencia del cómo están pensando el crecimiento de las plantas, nos propusimos lograr en el alumno la incorporación de nuevas ideas al modelo que poseía y para ampliar sus explicaciones. Para lograr lo anterior, diseñamos diversas actividades, principalmente experimentales. Para integrar los resultados de estas actividades se utilizaron dos instrumentos, el primero fue una tabla de componentes y el segundo un diagrama denominado ¿Cómo crecen las plantas?

El primer instrumento de la etapa Introducción de Nuevos Puntos de Vista (INPV) fue una tabla con tres columnas, la primera para colocar los elementos que consideraron intervienen en el crecimiento de la planta en la segunda cómo intervienen éstos y finalmente, en la tercera, la relación con otros elementos.

Este instrumento permitió la explicación de relaciones que no habían sido identificadas en los anteriores instrumentos, se identificaron elementos y relaciones que no habían sido enunciados. Por ejemplo, el propósito de los nutrientes se hizo presente como un nuevo punto de vista que los estudiantes incorporaron en su modelo; aunque la idea de alimentación se encuentra presente hasta este momento. Para la aplicación del segundo instrumento, su elaboración permite coleccionar de los resultados del trabajo experimental. Este trabajo se realizó en equipo.

Las actividades experimentales permitieron introducir el agua y los minerales como nutrientes. Al dióxido de carbono como un gas que interviene en la producción de alimento y al tallo, hojas y cloroplastos como aquellas estructuras que intervienen en la producción de alimento. Asimismo la absorción del agua y la importancia de la raíz para este proceso.

La aplicación se realizó en cien minutos, de acuerdo a lo planeado en la estrategia didáctica. De acuerdo con la instrucción, los estudiantes deberían retomar lo que se había estado trabajando y que les ayudara a explicar ¿Cómo crecen las plantas?

En su implementación se observó que los estudiantes estructuraban mejor sus respuestas, ya había una coherencia y elementos que no tomaban con anterioridad en cuenta en cuanto a estructura y contenido sus diagramas, buscando que fueran más exactos e ilustrativos. Cada equipo tuvo el tiempo para poder explicar a sus compañeros cómo estaban comprendiendo el fenómeno.

En la Tabla 3 se presentan los argumentos que los estudiantes vertieron en el instrumento, donde también se identifican los elementos que consideran están presentes para que se lleve a cabo el crecimiento de las plantas.

Elementos	Argumento	Frecuencia
Nutrientes Agua Vitaminas Minerales CO2 Alimento Cloroplastos Hojas Luz	Los nutrientes de la planta son el agua, vitaminas y minerales La planta necesita dióxido de carbono para poder alimentarse La planta absorbe el agua por la raíz y llega a toda la planta Los cloroplastos se encuentran en las hojas y necesitan luz La planta no se puede alimentar sino tiene los nutrientes	7/12
Alimento Tierra Agua Tiempo Vitaminas CO2	La planta crece cuando se alimenta de agua, de la tierra, vitaminas y CO2 a través del tiempo	2/12
Raíz Agua Minerales CO2 Nutrición Alimento Luz Crecimiento	Las raíces absorben el agua y los minerales que se encuentran en la tierra El agua llega a todas las partes de la planta por medio de las raíces El dióxido de carbono es necesario para la nutrición de la planta La planta necesita de los nutrientes para elaborar su alimento La luz tiene una relación con el color de la planta. Si la planta se alimenta crece	3/12

Tabla 3. Síntesis de respuestas de los estudiantes de acuerdo a los argumentos que menciona cada equipo.

5.2.1 La construcción del modelo intermedio

Siguiendo el mismo procedimiento del modelo inicial, inferimos a partir de los resultados de los instrumentos utilizados en la etapa de introducción de nuevos puntos de vista las categorías que nos permitieron la construcción de los diversos modelos intermedios.

En este instrumento se transcribieron los factores, que se les denominaron en el aula como componentes, en una tabla colocando de manera horizontal cada una de las respuestas de los equipos, lo que permitió comparar las similitudes de respuestas así como la constancia de enunciación recolectando una sola categoría en la que pueden englobarse las concepciones que tienen de todo lo que influye en el crecimiento de las plantas, dicha categoría la denominamos *alimentación*. Esta con base en lo ya expuesto sobre análisis de contenido.

a) Categoría alimentación

En esta categoría englobamos aquellos elementos que permiten a la planta realizar funciones vitales que le permiten vivir, en relación al crecimiento. Es necesario aclarar que de acuerdo a las respuestas que redactaron los estudiantes utilizan indistintamente nutrición y alimentación pero siempre, con la primera, hacen referencia a la segunda, utilizándolas como sinónimos.

Los estudiantes consideran que existe una relación entre alimentación y crecimiento que pareciera a simple vista correcta, sin embargo, la alimentación es considerada como heterótrofa ya que el alimento es tomado directamente del suelo por absorción de las raíces, se puede redactar como: las plantas se alimentan del agua que absorben las raíces, las plantas comen vitaminas que se encuentran en el abono que tiene la tierra, el abono lo coloca el hombre en la tierra para que la planta no muera. Sin duda estas ideas tienen una fuerte carga de experiencia en los estudiantes y son comunes ya que ideas similares se encuentran reportadas en la literatura.

Categoría alimentación		
Subcategoría Heterótrofa (3 de 12 equipos)	Subcategoría Complemento (8 de 9 equipos)	Subcategoría intervención humana (1 de 12 equipos)
Tierra	Abono	Proporciona alimentos que no están al alcance de la planta
Agua	Oxígeno	
Dióxido de carbono	Sombra	
Semilla	Maceta	
Raíz	Luz	
Hojas	Noche/obscuridad	

Tabla 3. Subcategorías de la categoría alimentación que predominan en los equipos de estudiantes

Podemos observar en la tabla 3 que los estudiantes, 3 de 12 equipos, consideran que la planta adquiere su alimento de forma directa del medio. Mientras 8 de 12 equipos consideran que no son un alimento en realidad, sino que son auxiliares del alimento de la planta. Dicho alimento no queda claro cuál es o bien, de dónde proviene.

Podemos considerar que es parte de la transición del modelo que es un estado de transición en donde los jóvenes están en un proceso de desequilibrio cognitivo. Ya no confían en su modelo pero no han transitado a uno más complejo. Un último equipo considera que el proveedor de alimento a la planta es el humano ya que él es el único que puede alimentarla, proporcionándole todos los “alimentos” y espacios necesarios para su desarrollo.

Durante la realización de las categorías a partir del segundo instrumento de la INPV (diagrama de ¿Cómo crecen las plantas?) se procedió con la base ya expuesta del análisis de contenido, esta permitió que se construyeran las siguientes categorías:

Categoría	Frecuencia por equipo
Simplista	2 de 12
De semilla a planta	5 de 12
Desarrollo de la planta	2 de 12
Complejo	2 de 12
Cuidados del hombre	1 de 9

Tabla 4. Categorías extraídas de los diagramas elaborados por los estudiantes en la etapa de introducción de nuevos puntos de vista.

De acuerdo a los resultados en un equipo se hace presente una explicación que denominamos simplista en la cual sólo realizan una referencia a que los nutrientes son necesarios para que la planta crezca, no especifican funciones ni relaciones entre ellos. Esta misma proporción se encuentra en cuanto a los cuidados del hombre que deja de ser un factor que se encontraba presente con mayor fuerza en la etapa de exploración.

Por otra parte, se empieza a hacer presente el ciclo vital de las plantas donde parte de la base de nacer-crecer para explicar la importancia de los nutrientes, esta explicación ya empieza a ser muy cercana a las explicaciones que se esperaba de los estudiantes y se hace presente en 5 de 12 equipos. Algunos

equipos 2 de 12, basan sus explicaciones tomando de punto de partida una planta pequeña donde refieren a los nutrientes como una base para que la planta pueda producir otros compuestos que necesite. Sus explicaciones consideran estructuras de la planta que intervienen en el crecimiento.

Destacan los equipos que se encuentran en la categoría complejo, que si bien son pocos 2 de 12, estos toman en cuenta a los elementos inmersos en un proceso que provoca la producción de alimento derivado en el crecimiento e incluso la acumulación de energía.

Este instrumento permite observar avances en cuanto a cómo entienden el fenómeno del crecimiento. También, empieza a haber claridad en cuanto al papel de la luz como una fuente de energía necesaria para que exista una transformación química de las sustancias presentes, en algunos equipos.

5.2.2 El modelo intermedio

A partir del análisis de las diferentes categorías deducimos la manifestación de cuatro modelos, los cuales presentan diferencias de acuerdo al modelo inicial detectado.

Modelo intermedio de factores. Este modelo sigue presente en uno de los doce equipos que se conformaron, donde la planta puede cambiar y crecer. No existen relaciones sólidas, simplemente es los nutrientes son necesarios sin una mayor explicación.

Modelo intermedio de proceso. Este modelo se manifiesta en cinco de doce equipos, se presentan relaciones correspondidas a la estructura y función de la planta. Además de existir relaciones que integran a los nutrientes, además de la estructura y función. Estas relaciones son construidas a través del ciclo de vida de una planta. Las relaciones se dan de la siguiente forma:

- I) La planta germina en la tierra proporcionándole agua
- II) La planta se desarrolla y necesita absorber agua y nutrientes de la tierra
- III) El oxígeno es necesario para que la planta respire
- IV) La planta no crece si no tiene los nutrientes.

Las explicaciones de los estudiantes, a diferencia de las elaboradas en la primera etapa de la estrategia, consideran algún proceso, como la germinación, desarrollo, respiración o nutrición. Se puede considerar un avance significativo en cuanto a la estructura del modelo que poseen.

Modelo intermedio de desarrollo. Este modelo es donde se hacen explícitas relaciones como:

- I) Los nutrientes de la planta son el agua, las vitaminas y los minerales
- II) La planta necesita dióxido de carbono para poder alimentarse
- III) La planta absorbe el agua por la raíz y llega a toda la planta
- IV) Los cloroplastos se encuentran en las hojas y necesitan luz
- V) La planta no se puede alimentar sino tiene los nutrientes

Modelo intermedio de interacción. Este modelo fue evocado por uno de los doce equipos. Es muy similar al que se denomina con el mismo nombre en la etapa de exploración. Las diferencias se encuentran presentes en que los nutrientes que evocan son numéricamente mayores. La base de su idea se encuentra en que estos nutrientes, junto con el tiempo, permiten que la planta pueda crecer.

Modelo de crecimiento. Este modelo fue evocado por dos de los doce equipos, en este se hacen presentes tanto elementos como relaciones que están enmarcadas en procesos de transformación de energía. En este es clara una categorización en niveles de complejidad tanto de nutrición, transformación de energía, alimentación y acumulación. Las explicaciones que dan son muy cercanas al modelo científico escolar de arriba.

5. 3 Etapa de síntesis

Consideramos que a través de las actividades de INPV, los estudiantes tienden a lograr un modelo más sólido sobre el fenómeno de crecimiento en las plantas. Por ello, surgió la actividad del antieejemplo del crecimiento de las plantas en la etapa de síntesis, que permitió a los estudiantes redactar un argumento de manera sencilla pero a la vez coherente, consistente y argumentada.

Este instrumento Antieejemplo del crecimiento de las plantas fue diseñado con la finalidad de que los estudiantes sustentaran el crecimiento de las plantas a partir de su modelo, esta actividad se realizó de manera individual en el aula.

La actividad consistió en leer una historieta cuyo contenido refiere cómo los científicos afirmaban que las plantas podían crecer si se les hablaba. Con base en lo anterior, se pregunta a los estudiantes si consideraban que efectivamente era necesario realizar lo dicho en la historieta para que la planta creciera.

Los estudiantes realizaron el llenado del instrumento conforme a lo planificado en la estrategia didáctica, expresaron al grupo sus respuestas algunos de los estudiantes donde hubo respuestas de diferentes índoles. La síntesis de estos resultados se presenta en la Tabla 4.

Elementos	Argumento/Función	Frecuencia
Raíz Agua Minerales CO2 Nutrición Alimento Luz Crecimiento	Las raíces absorben el agua y los minerales que se encuentran en la tierra El agua llega a todas las partes de la planta por medio de las raíces El dióxido de carbono es necesario para la nutrición de la planta La planta necesita de los nutrientes para elaborar su alimento La luz tiene una relación con el color de la planta. Si la planta se alimenta crece	3/9
Raíz Agua Minerales CO2 Nutrición Luz Crecimiento	La planta necesita de todos los nutrientes (agua, CO2 y minerales) para poder crecer El agua llega a toda la planta por medio de las raíces No crece la planta en ausencia de luz	5/9
Alimento Tierra Agua Tiempo Vitaminas CO2	La planta crece cuando se alimenta de agua, de la tierra, vitaminas y CO2 a través del tiempo	1/9

Tabla 4. Síntesis de respuestas de los estudiantes de acuerdo a los argumentos que menciona cada equipo.

5.3.1 La construcción del modelo logrado

De la categorización que se infirió a partir de los instrumentos, derivaron tres categorías: alimentación, nutrición y cambio. En la tabla 6 se presentan sus frecuencias; y a continuación se explican con detalle.

Categoría	Frecuencia por alumno
Alimentación	15 de 36
Nutrición	12 de 36
Interacción	9 de 36

Tabla 6. Categorías extraídas del esquema sobre el crecimiento de las plantas

Quince de treinta y seis estudiantes lograron realizar una explicación donde los nutrientes son el primer paso para que la planta pueda alimentarse y por tanto crecer, algunos otros, doce de treinta y seis identificaron los nutrientes sin lograr

identificar la transformación de energía y nueve estudiantes de treinta y seis no lograron aplicar sus explicaciones sobre el crecimiento.

5.3.2 El modelo logrado

Los estudiantes, a partir de los resultados analizados, lograron tres modelos de los que a continuación damos cuenta:

Modelo logrado de alimentación. Este modelo se hizo presente en 17 estudiantes de 36 estudiantes que se presentaron el día de la aplicación del instrumento, cabe mencionar que el modelo que denominamos alimentación es el más cercano al modelo científico escolar de arriba ya que en sus relaciones son muy semejantes. La relación que no quedó sólida es la existente entre la luz y los cloroplastos. Las relaciones presentes son las siguientes:

- I) Las raíces absorben el agua y los minerales que se encuentran en la tierra
- II) El agua llega a todas las partes de la planta por medio de las raíces
- III) El dióxido de carbono es necesario para la nutrición de la planta
- IV) La planta necesita de los nutrientes para elaborar su alimento
- V) La luz tiene una relación con el color de la planta.
- VI) Si la planta se alimenta crece

Modelo logrado de nutrición. En este modelo los estudiantes consideran que la planta requiere de nutrientes para poder crecer. Lo importante de este modelo radica en que ya no ven a los nutrientes como alimentos de la planta sino que se conjuntan para que la planta pueda realizar sus funciones, la idea de proceso se encuentra presente aunque no terminan de concluir cómo se logra. Las relaciones presentes son:

- I) La planta necesita de todos los nutrientes (agua y minerales) para poder crecer
- II) El agua llega a toda la planta

III) No crece la planta en ausencia de luz

Modelo logrado de cambio. En este modelo el tiempo fue persistente, como factor principal para el crecimiento de la planta. Los estudiantes, no vieron la necesidad de buscar otro tipo de explicaciones. Lograron incorporar una mayor cantidad de elementos necesarios para el crecimiento. No perdiendo la idea de que junto con el agua, luz, minerales, bióxido de carbono y otros, crecería la planta. Consideraron siempre que, esperando un lapso de tiempo para ver reflejando el crecimiento.

5. 4 Etapa de generalización

Durante esta etapa, los estudiantes plasmaron ideas sobre las cadenas alimentarias tomando como punto inicial el modelo que construyeron de crecimiento. El instrumento fue diseñado con una lectura sobre el caso del lago de Chapala. El instrumento implicó la solución de preguntas sobre la situación del lago de Chapala enmarcada en las relaciones tróficas de ese ecosistema.

Los estudiantes realizaron la actividad de manera rápida, haciendo algunas preguntas en cuanto a si sus respuestas eran correctas ya que no las encontraban en la lectura, el tiempo contemplado en la estrategia fue el ocupado para el desarrollo de la actividad.

En el instrumento la respuesta que se ocupará para el análisis será la número dos. Esa pregunta permitía, desde su planteamiento, argumentar sobre la importancia de los nutrientes, tanto para el crecimiento del lirio como para el ecosistema que se estaba viendo afectado. Los resultados fueron los siguientes:

Tipo de respuesta	Respuesta frecuente	Frecuencia
Contempló el modelo construido de crecimiento	El lirio crece por el agua el sol y la tierra que hay debajo del rio, además de un cambio en la temperatura del agua	9/36
Parcialmente se considera utilizo el modelo construido de crecimiento	Dentro del lago, hay condiciones que permiten al lirio crecer	14/36
No utilizó el modelo de crecimiento	Los pescadores sacaban el lirio manualmente por eso determinó que el lirio desapareciera.	13/36

Tabla 5. Síntesis de las respuestas de los estudiantes que utilizaron el modelo que construyeron sobre el crecimiento de las plantas para explicar las cadenas alimentarias.

5.4.1 La aplicación del modelo logrado a nuevas situaciones

Para los estudiantes resultó complicada la aplicación del modelo logrado a las cadenas alimentarias a probablemente, debido del tipo de instrumento utilizado para dicha acción, ya que fue mediante una lectura con preguntas y, por lo observado en la clase, en su mayoría buscaban las respuestas en la lectura, sin considerar que dicha lectura contextualizaba la situación de la que se les interrogaba.

Se consideraron tres categorías derivadas de los resultados obtenidos. Se identifican la aplicación total, parcial o nula del modelo logrado. Nueve estudiantes de los treinta y seis que asistieron vincularon claramente sus respuestas al constructo que realizaron sobre el crecimiento de las plantas, pero catorce de los treinta y seis estudiantes relacionaron parcialmente el modelo construido ya que incluyen el crecimiento sin una argumentación sólida de los elementos y relaciones que nos permitieran estar seguros de dicha vinculación.

De los treinta y seis estudiantes trece no lograron vincular ningún elemento de su modelo y todos ellos buscan respuestas en la lectura, copiando algunos renglones de la misma o parafraseando lo que dice en el texto.

Conclusiones

Para poder abordar las problemáticas que existen dentro del campo de la didáctica de las ciencias, hay diferentes caminos y posibilidades, desde ámbitos curriculares, conceptuales, motivación, teóricos, entre otros, pero todos tienen un fin común... ¿Cómo mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias?

En este sentido, es que la estrategia didáctica que presentamos busca dar respuesta a la preocupación que planteamos. Por un lado, es parte de una intervención tratando de dar solución a un problema de aprendizaje, pero por otra parte es, sin duda, poner en juego lo que trabajamos a lo largo de la maestría dando un sustento y demostrando, de alguna manera, una mejor claridad sobre la práctica docente.

Derivado de los resultados y el análisis realizado de la estrategia didáctica que planteamos, consideramos que todos los estudiantes ampliaron el modelo que poseían al inicio de la estrategia didáctica, pues no todos lograron transitar a un modelo complejo como el que denominamos modelo científico escolar de arriba.

¿Cómo se construyeron los modelos?

Si bien, no logramos que todos los estudiantes pensarán al crecimiento de las plantas como un fenómeno complejo, lo cual implica, hasta donde nosotros lo propusimos, un proceso de nutrición, alimentación y transformación de energía. Como se planteó en un principio, se dejó de lado la parte del proceso de reproducción y de respiración. El fin fue seguir, en este último, la propuesta de Charrier, et al. (2006). Ellos realizan una reflexión sobre la dificultad que representa, para los estudiantes, poder separar el proceso fotosintético de la respiración.

Lo anterior permitió tener grandes avances en la construcción de los modelos, es decir, en los procesos que implica una ciencia vista como actividad humana y en constante construcción. La propuesta de una ciencia escolar se vio reflejada a lo largo de la aplicación y resultados de la estrategia didáctica.

Al final logramos que 17 alumnos transitaran al modelo de alimentación, que es muy similar al propuesto como modelo científico escolar de arriba y que sin duda, por el análisis realizado lo que faltó ajustar de manera más puntual en la estrategia fue lo que involucra a la relación luz-hojas-cloroplasto, mediante actividades que propiciaran el pensar en los procesos que involucran.

De lo que afirmamos con cierta seguridad, por las evidencias de los resultados y las observaciones realizadas en la aplicación de la estrategia didáctica, que logró propiciar que los estudiantes distinguieran que existen nutrientes necesarios para planta, que en un principio los identificaban como alimento.

¿Cómo modelizar?

Las actitudes de los estudiantes denotaron una gran necesidad de que se les diera la información, buscando siempre la aprobación del profesor, consideraron que en las actividades donde se encontraba algún texto la respuesta correcta la podían extraer y cuando las actividades pedían información de la cual no se les había comentado nada, buscaban respuestas en sus apuntes o libros.

La forma de trabajo que llevamos con ellos fue distinta desde el punto de vista de los estudiantes por lo que consideramos que lo que podrían suponer como la nueva forma de trabajo, les causó un gran conflicto, sobre todo dudaban de lo que ellos suponían o sabían que sucedía, lo que demostró una clara falta de una habilidad científica como lo es la argumentación. Nuestras reflexiones nos llevaron a suponer que las actitudes de los estudiantes están ligadas a la visión de la enseñanza de las ciencias que tienen los profesores.

Si bien es cierto que a partir del programa y plan de estudios de 1993 de educación secundaria surge en el enfoque la visión constructivista, las investigaciones existentes, como la de López-Mota, Rodríguez y Bonilla (2006) y Rodríguez (2007), sugieren que en México la postura epistemológica de los profesores de ciencias sigue muy arraigada en la práctica en el empirismo-positivismo. Esto se ve reflejado al momento de llevar a cabo la propuesta con los

estudiantes, ya que sus ideas de cómo el profesor debe enseñar ciencias es rígida y de transmisión.

Finalmente, consideramos que un gran logro de este proceso es que poco a poco los estudiantes fueron entendiendo la dinámica de construcción aunque les costó mucho trabajo ya que dos semanas, que fue el tiempo de aplicación de la propuesta. Lo anterior puede deberse a los de nueve años de formación en una ciencia rígida, hecha y absoluta, poseedora de la verdad que nada ni nadie puede modificar, por lo que es comprensible que ellos desvariaran en un principio sobre cómo deberían realizar el trabajo.

¿Existen consecuencias al modelizar?

Cuando los estudiantes empezaron a preguntarse sobre los procesos que implica el crecimiento de las plantas, se manifestaron dos formas de tratar de entender, comprender y razonar al fenómeno. Una fue la relación estructura-función y la otra por medio de analogías. Las explicaciones que buscaron tres estudiantes nos hacen pensar en que la modelización es un proceso continuo y cíclico ya que en el caso de uno de los tres estudiantes buscó respuestas a través de una analogía, donde él hacía una similitud de los nutrientes con una instalación eléctrica en serie, donde los alambres serían la planta y cada foco de esa serie es un nutriente, al fundirse uno de los focos los demás dejarían de funcionar, todo se apagaría y lo mismo sucedería con la planta ya que al no poder adquirir uno de los nutrientes su proceso de producción de alimento se vería afectado.

Este evento sucedió durante la introducción de nuevos puntos de vista, en el momento más intenso de trabajo cognitivo, en el punto de construcción que le permitió ir vislumbrando cómo podría entender y explicar de manera coherente, sencilla y consistente el crecimiento de las plantas, considerando la transformación de energía.

Otro evento que nos llevó a reflexionar sobre las implicaciones de la modelización fue el caso de otras dos estudiantes que buscaron sus explicaciones no sólo en los nutrientes de la planta sino en dónde se podría dar el proceso de producción

de alimento, por lo que realizaron una lámina de las partes y funciones de la planta, donde fueron identificando cada órgano especializado y dándose claridad de en dónde tenían que poner una mayor atención para explicar el crecimiento de la planta, de igual manera que en el primer caso sucedió durante la introducción de nuevos puntos de vista.

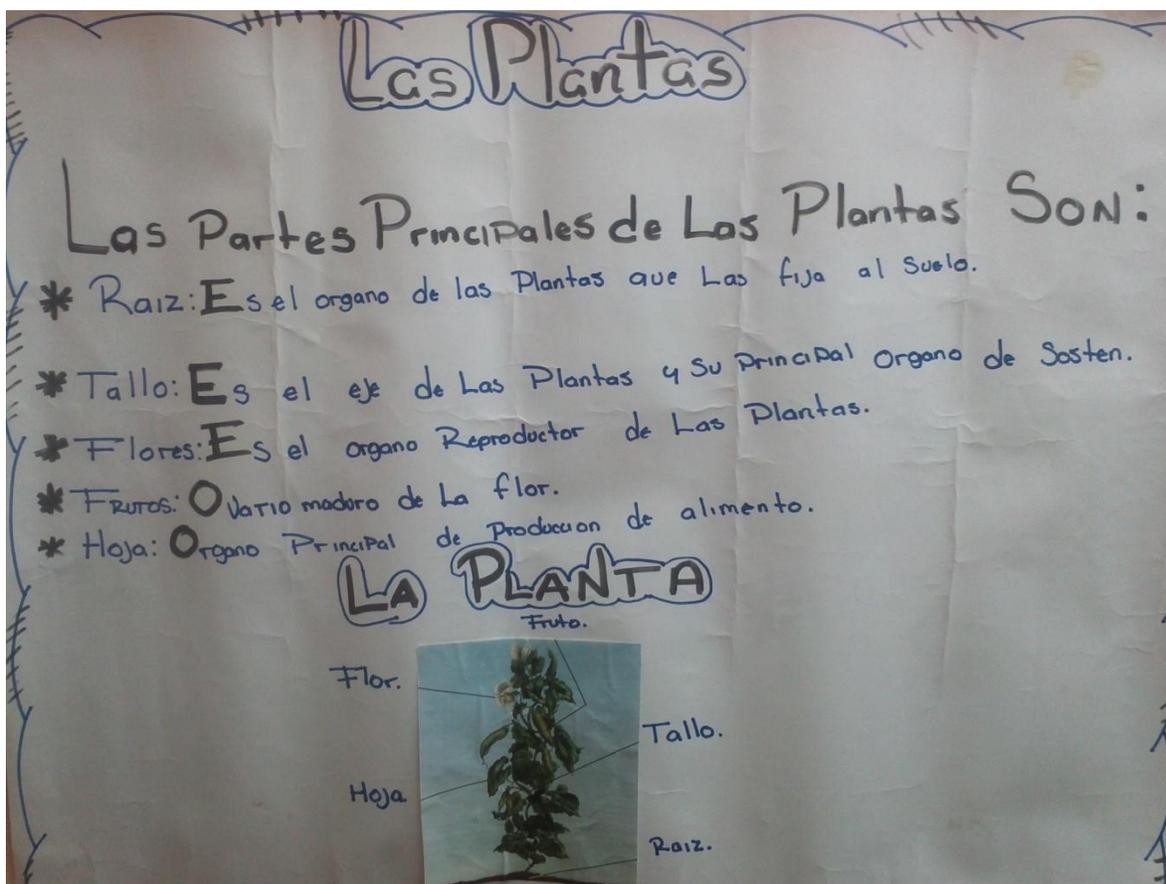


Figura 1. Lámina que realizaron alumnas para buscar una explicación sobre el crecimiento de la planta.

Si bien es cierto que el primer alumno consideró a los nutrientes para una alimentación integral y no se cuestionó, como en el caso de las alumnas, dónde se lograba la producción, las segundas no explican la acumulación del alimento. Pero es un logro importante el proceso de construcción complejo que logran realizar para poder explicar el fenómeno y la iniciativa mostrada para realizar tareas que no fueron pedidas como es el caso de la lámina que realizaron.

Es importante considerar que se incorporan procesos a lo largo de la aplicación de la estrategia y nociones de energía. La claridad en distinguir que es un nutriente y un alimento es una aportación importante de la aplicación, siendo una base importante para Ciencias III (Química) Cuando se trabaje con fotosíntesis en relación a las reacciones redox. Además de las explicaciones que se pueden dar para explicar fenómenos biológicos relacionados a la biodiversidad.

Considero que, la modelización permite identificar lo que sucede en nuestro entorno. Permite explicar de manera coherente y sencilla nuestra vida en situaciones concretas y en condiciones determinadas. Pero más allá de los aspectos que permite crecer como docente la modelización. Este trabajo me acerco a la parte humana de la vida de mis estudiantes, donde todos nos equivocamos, donde tenemos que buscar una explicación tomando en cuenta nuestra poca o mucha experiencia.

Además, en la aplicación de la estrategia, sus preguntas, cuestionamientos y dudas hicieron que yo modelizara el fenómeno. Que incorporara elementos y relaciones, más complejas. Mis estudiantes seguramente no elevaban sus cuestionamientos al grado que yo la hacía, lógicamente, por la complejidad de sus modelos comparados con el mío al momento de la aplicación. A lo que quiero llegar es que el modelar o modelizar es parte de nuestra vida y cuando uno es consciente del proceso de modelización se logran dos cosas: modelizar con menores complicaciones y ayudar a modelizar.

Referencias bibliográficas

Alexander, P.; Bahret, M.; Chaves, J.; Courts, G. & D'Alessio, N. (1992). La química celular. En: *Biología*. Prentice Hall: E.U.A., 57-63

Astudillo, H. & Gené, A. M. (1984). Errores conceptuales en Biología: La fotosíntesis de las plantas verdes. *Enseñanza de las Ciencias 2*

Audesirk, A.; Audesirk, G. & Bruce, E. (2003). Captura de energía solar: Fotosíntesis. En *Biología. La vida en la Tierra*. Pearson Educación: México

Barker, M. & Carr, M. (1989). Teaching and learning about photosynthesis. Part 1: An assessment in terms of students' prior knowledge. *International Journal of Science Education*, 11 (1), 49-56.

Barker, M. & Malcom, C. (1989). Teaching and learning about photosynthesis. Part 1: an assessment in terms of student's prior knowledge. *International Journal of Science Education*, 11(1), 49-56.

Brinkman, F., Schermer, A., Achterstraat, H. & van der Stuijs, J. (1994). Learning and teaching in biology. In: F. G. Brinkman, J. A van der Schee & M. C. Schouten-van Parreren. Different disciplines and common goals: the development of knowledge and skills in secondary education.

Cañal, P. (2005) La nutrición de las plantas verdes: Enseñanza y aprendizaje. Editorial síntesis: Madrid.

CCADET (2002). Página web ideas Previas. HTM. Recuperado de <http://ihm.ccadet.unam.mx/ideasprevias/presentacion.htm>

Chamizo, J. & Márquez, J. (2006). Modelización molecular. Estrategia didáctica acerca de la construcción de los gases, la función de los catalizadores y el lenguaje de la química. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. 11 (31)

Chamizo, J., Sosa, P. & Zepeda, S. (2005). Análisis de las ideas previas de la química. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra. VII Congreso.

Charrier, M; Rodrigo, M & Cañal, P. (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración. Una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. *Enseñanza de las ciencias*. 24 (3)

Chevallard, G. (1985). *La Transposición Didáctica, del saber sabio al saber enseñado*. Argentina: Aique.

Driver, R. & Oldham, V. (1986). A Constructivist Approach to Curriculum Development in Science. *Studies in Science Education*. 13, 105-122; v.e. Un enfoque constructivista del desarrollo curricular en ciencias en R. Porlán (Comp.) *Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias*. Sevilla: Editorial Morata pp. 111-131

Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1989). Las ideas de los niños y el aprendizaje de las ciencias. En Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A (Coord.), *Ideas Científicas en la Infancia y la Adolescencia*. (pp. 19-30). Madrid: Ediciones Morata.

Driver, R.; Squires, A.; Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (1994). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Morta: España

Duit, R. (2006). La investigación sobre la enseñanza de las ciencias un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa. *Revista mexicana de investigación educativa*. 11 (30)

Duschl, R. (1997) Fundamentos de la enseñanza de las ciencias. En *Renovar la enseñanza de las ciencias. Importancia de las Teorías y su Desarrollo*. Narcea, S.A. de ediciones: Madrid. pp. 17-31

Duschl, R. (1997). *El estatus de las teorías en la enseñanza de las ciencias*. En R. Duschl. *Renovar la enseñanza de las ciencias*. pp. 50-70 Madrid, España: Narcea.

Duschl, R. (1997). Reformulación de la enseñanza de las ciencias. En R. Duschl. *Renovar la enseñanza de las ciencias*. Madrid: Narcea, pp. 33-48 Madrid, España: Narcea, S.A. de ediciones.

Eisen, Y. & Stavy, R. (1992). Material cycles in nature: a new approach to teaching photosynthesis in junior high school. *The American Biology Teacher*, 54, 339-342.

Ekici, F., Ekici, E. & Aydin, F., (2007), Utility of Concept Cartoons in Diagnosing and Overcoming Misconceptions Related to Photosynthesis, *International Journal of Environmental and Science Education*, 2(4)

Flores, F. & Barahona, A. (2002). Currículo de la educación básica: contenidos y prácticas pedagógicas, en G. Waldegg, A. Barahona, B. Macedo & A. Sánchez (coords.). *Retos y perspectivas de las ciencias naturales en la escuela secundaria*, México: SEP

Gallegos, L & Flores, F. (2003). Concepciones, cambio conceptual, modelos de representación e historia y filosofía de la enseñanza de la ciencia. En López-Mota, A. (Coord.), *Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje*. (Vol. 1), México: COMIE/SEP/CESU, pp. 457-507.

García Zaforas, A. M. (1991). Estudio llevado a cabo sobre representaciones de la respiración celular en los alumnos de Bachillerato y COU. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 129 - 134.

García, M. P. (2005). Los modelos como organizadores del currículo de Biología. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra VII Congreso.

García, M. P. y Sanmartí, N. (2006). *La modelización: una propuesta para repensar la ciencia que enseñamos*. En M. Quintanilla y A. Adúriz-Bravo (Eds.). *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas* (pp. 279-297). Ediciones Universidad Santiago de Chile: Santiago de Chile.

Giere, R. (1999). Del realismo constructivo al realismo perspectivo. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 9-13.

Giere, R. (1999). Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 63-70.

González (2005). Informe en español PISA. Recuperado de <http://www.oei.es/evaluacioneducativa/pisa2006-w.pdf>

Harlen, W. (1998). La ciencia y la educación de los niños. En *Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, (pp. 15-28). Madrid: Ediciones Morata.

Hernández, G. (1998). *Paradigmas de la psicología en educación*. México: Paidós. Pp. 169.176

Horton, R.; Mora, L.; Ochs, R.; Rawn, D. & Scrimgeour, K. (1993). Fotosíntesis. En: *Kalt, W. Bioquímica*. Prentice Hall: México. Pp. 16.1-16.34

Izquierdo, M. & Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological Foundations of School Science. *Science y Education*, 12(1).

Izquierdo, M., Espinet, M., García, P., Pujol, R. & Sanmartí, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 79-91.

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias*. 24(2) 173-184.

Leach, J. Driver, R., Scott, P. & Wood-Robinson, C. (1996). Children's ideas about ecology 2: ideas found in children aged 5-16 about the cycling of matter. *International Journal of Science Education*, 18(1), 19-34

Ledesma, I. (2000) Historia de la biología. A.G.T.: México

López-Mota, A. D. & Waldegg, G. (2002) La didáctica de las ciencias como campo de estudio, en G. Waldegg, A. Barahona, B. Macedo & A. Sánchez (coords.). *Retos y perspectivas de las ciencias naturales en la escuela secundaria*, México: SEP

López-Mota, A. D. (2002). *Sección estrategias didácticas*, página web ideas previas.

López-Mota, A. D. (2003), "Introducción", en A. López-Mota (Coord.), *Saberes científicos, humanísticos y tecnológicos: procesos de enseñanza y aprendizaje. La Investigación Educativa en México (1992-2002)*, 7 (I)

López-Mota, A. D. (2011). Conferencia magistral, RED natura, Pachuca, Hidalgo, UPN: Hidalgo

Lopez-Mota, A. D.; Rodríguez, D.P. & Bonilla, M. X. (2004) ¿Cambian los cursos de actualización las representaciones de la ciencia y la práctica docente? *Revista mexicana de investigación educativa* 9 (22).

Meheut, M. & Psillos, D. (2004). Teaching-Learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26 (5)

Mora, C. & Herrera, D. (2009). Una revisión sobre las ideas previas del concepto de fuerza. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 3 (1)

Osborne, R. & Freyberg, P. (1991). *El aprendizaje de las Ciencias*. Narcea: Madrid.

Osborne, R. & Freyberg, P. (1998). La ciencia de los alumnos. En Osborne, R. & Freyberg, P. (Coord.), *El Aprendizaje de las Ciencias. Influencia de las "Ideas Previas" de los Alumnos*, (pp. 20-34). Madrid: Ediciones Morata.

Pintó, R., Aliberas, J. & Gómez, R. (1996). Tres enfoques de la investigación sobre concepciones alternativas. *Investigación y Experiencias Didácticas*, Tomado de: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v14n2p221.pdf>, consulta 09 de octubre de 2010.

Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W. & Gertzog, W.A. (1988). Acomodación de un concepto científico: hacia una teoría del cambio conceptual, en Porlán, R. García, J.E. y Cañal, P. (comp.), *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*, pp. 89-112. Sevilla: Díada.

Pozo, J. & Gómez, M. (1998). ¿Por qué los alumnos no aprenden la ciencia que se enseña? Y Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico más allá del cambio conceptual. En *Aprender y enseñar ciencia*. (pp. 17-32 y 128-146). Madrid: Ediciones Morata.

Rodríguez, D. P. (2007). *Relación entre Concepciones Epistemológicas y de Aprendizaje con la Práctica Docente de los Profesores de Ciencias, a partir de las Ideas Previas en el Ámbito de la Física*. Tesis de Doctorado, UPN: México. (pp.89-121).

Sanmartí, N. & Izquierdo M. (1997). Reflexiones en torno a una ciencia escolar. *Investigación en la escuela*, 32, pp.51-62

Sanmartí, N. (2002) *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Síntesis Educación: Madrid. pp. 33-54

SEP^a (2006) Plan de estudios. Educación secundaria.

SEP^b (2006) Programa de estudios. Educación secundaria. Ciencias

Seymour, J. & Longden, B. (1991). Respiration - that's breathing isn't it? *Journal of Biological Education*, 25(3), 177-183

Stavy, R., Eisen, Y. & Yaakobi, D. (1987). How students aged 13-15 understand photosynthesis. *International Journal of Science Education*, 9(1), 105-115.

Treagust, D. F. & Haslam, F. (1986). Evaluating secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier diagnostic instrument. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching.

Wandersee, J. (1983). Students misconceptions about photosynthesis: A cross-age study. In H. Helem & J. Novak (Eds.). *Proceedings of the international seminar on misconceptions in science and mathematics*. Ithaca, NY: Cornell University, Department of Education.

ANEXO 4.1
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
MAESTRÍA EN DESARROLLO EDUCATIVO
LINEA: ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES
ESCUELA SECUNDARIA TÉCNICA No. 51
“MIGUEL BERNARD”

INSTRUCCIÓN. A continuación se les presenta un cuadro para realizar un registro organizado de sus observaciones, en la segunda columna coloquen las características de cada una de las tres plantas que observaron. Una vez que ya tengan escritas las características de sus plantas en el cuadro, contesten la pregunta de la tercera columna imaginando que hubiera sido **UNA SÓLA PLANTA** la que observaron **EN TRES MOMENTOS DISTINTOS DE CRECIMIENTO** a lo largo de un año.

Registro de datos		
Tipo	Características	¿Qué ha influido en la planta para que sucedan esos cambios?
Muestra 1 (Pequeña)		
Muestra 2 (Mediana)		
Muestra 3 (Adulta)		

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
MAESTRÍA EN DESARROLLO EDUCATIVO
LINEA: ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES
ESCUELA SECUNDARIA TÉCNICA No. 51
“MIGUEL BERNARD”

INSTRUCCIÓN. Una vez que han observado y registrado las características de las tres plantas y partiendo de la idea de que fuera una sola planta en tres diferentes etapas de crecimiento, en el siguiente espacio, elaboren un diagrama donde expliquen ¿Cómo piensan que una planta puede crecer?



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL I.N.P.V.-EQ-No ____
 MAESTRÍA EN DESARROLLO EDUCATIVO
 LINEA: ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES
ESCUELA SECUNDARIA TÉCNICA No. 51
“MIGUEL BERNARD”

INSTRUCCIÓN. En el siguiente cuadro coloquen los componentes biológicos, ambientales o de estructura necesarios para que se dé el crecimiento, es decir, todas aquellas cosas que ayudan a que las plantas puedan crecer, esto en la columna izquierda y en la columna central contesten la pregunta que se les plantea, por último, en la columna derecha realicen la explicación que se les indica

Componentes biológicos, ambientales o de estructura que podemos considerar para el crecimiento de las plantas		
Componente:	¿Cómo influye este componente en el crecimiento?	Explica si este componente actúa sólo en el crecimiento de la planta o se auxilia de algún otro componente para que se dé el crecimiento de la planta:
Componente:	¿Cómo influye este componente en el crecimiento?	Explica si este componente actúa sólo en el crecimiento de la planta o se auxilia de algún otro componente para que se dé el crecimiento de la planta:
Componente:	¿Cómo influye este componente en el crecimiento?	Explica si este componente actúa sólo en el crecimiento de la planta o se auxilia de algún otro componente para que se dé el crecimiento de la planta:

Componente:	¿Cómo influye este componente en el crecimiento?	Explica si este componente actúa sólo en el crecimiento de la planta o se auxilia de algún otro componente para que se dé el crecimiento de la planta:
Componente:	¿Cómo influye este componente en el crecimiento?	Explica si este componente actúa sólo en el crecimiento de la planta o se auxilia de algún otro componente para que se dé el crecimiento de la planta:
Componente:	¿Cómo influye este componente en el crecimiento?	Explica si este componente actúa sólo en el crecimiento de la planta o se auxilia de algún otro componente para que se dé el crecimiento de la planta:
Componente:	¿Cómo influye este componente en el crecimiento?	Explica si este componente actúa sólo en el crecimiento de la planta o se auxilia de algún otro componente para que se dé el crecimiento de la planta:

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
MAESTRÍA EN DESARROLLO EDUCATIVO
LINEA: ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES
ESCUELA SECUNDARIA TÉCNICA No. 51
“MIGUEL BERNARD”

Instrucción. Hasta el momento, han realizado diversas actividades experimentales que en equipo: observaron, discutieron, registraron y compartieron con los demás equipos; donde todo el trabajo ha consistido en comprender el crecimiento de las plantas. Es momento de que en un diagrama coloquen aquellos aspectos que permiten explicar cómo crecen las plantas. Utilicen el siguiente espacio para elaborarlo.



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
MAESTRÍA EN DESARROLLO EDUCATIVO
LINEA: ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES
ESCUELA SECUNDARIA TÉCNICA No. 51
"MIGUEL BERNARD"

Nombre: _____ Grado: _____ Grupo: _____

Instrucción. Lee con atención la siguiente historieta sobre el crecimiento de las plantas. Una vez concluida la lectura contesta la pregunta que se encuentra debajo de la historieta



1.- ¿Cómo puede ayudar al crecimiento de la planta lo que platican las jovencitas de la historieta?

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
MAESTRÍA EN DESARROLLO EDUCATIVO
LINEA: ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES
ESCUELA SECUNDARIA TÉCNICA No. 51
"MIGUEL BERNARD"

Nombre: _____ Grado: _____ Grupo: _____

¡¡¡Nueva versión de la historita!!!

Instrucción. Una vez que ya has discutido y compartido con tus compañeros los puntos de vista que tienes sobre la historieta que leíste durante la actividad anterior; realiza una nueva versión de la historieta, para ello, se te proporciona la misma historieta en la parte inferior de esta hoja, los diálogos se han borrado para que en esos espacios coloques la información que consideres más pertinente que permita entender ¿Cómo crecen las plantas?



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
MAESTRÍA EN DESARROLLO EDUCATIVO
LINEA: ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES
ESCUELA SECUNDARIA TÉCNICA No. 51
“MIGUEL BERNARD”

Nombre: _____ Grado: _____ Grupo: _____

Instrucción. Es momento de que en forma sencilla digas lo que conoces sobre el crecimiento de las plantas, después de que ya has realizado varias actividades que te permiten tener una explicación sobre el crecimiento de las plantas. Realiza un esquema en esta hoja sobre ¿cómo crecen las plantas?

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
MAESTRÍA EN DESARROLLO EDUCATIVO
LINEA: ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES
ESCUELA SECUNDARIA TÉCNICA No. 51
“MIGUEL BERNARD”

Nombre: _____ Grado: _____
Grupo: _____

El caso del lago de Chapala



El Lago Chapala se encuentra en la región occidental de México, entre los estados de Jalisco y Michoacán. El 90% de la superficie se encuentra en el estado de Jalisco y el 10% en el estado de Michoacán. Una de las problemáticas de este lago es la proliferación del lirio acuático; este lirio causa graves problemas ya que se reproduce a lo largo de todo el lago y puede introducirse en el interior de los canales provocando su obstrucción.

Otro problema del lirio es que crea las condiciones ideales para que se reproduzca el mosquito que transmite el paludismo. Además de estos problemas el lirio acuático provocó hace algunos años una espectacular invasión que se extendió muchísimo y la pesca en el lago se hizo imposible todos los pescadores empezaron a eliminar el lirio de manera manual pero esto ayudaba más aún a su proliferación, pidieron ayuda mecánica que tampoco sirvió para nada ya que la plaga era muy extensa, también se confió en peces como la carpa o mamíferos como el manatí para que acabasen con la plaga pero no dieron abasto y la única solución posible fue el uso de herbicidas, se utilizó un herbicida orgánico que consiguió disminuir la población de lirio acuático. Además de este lirio, gracias a los contaminantes proliferan otro tipo de plantas como el alga verde-azul que le da un olor y sabor muy característico y distintivo al agua del lugar.

1.- ¿Cuáles podrían ser las consecuencias de dejar el lirio del lago?

2.- ¿Cuáles son los factores que influirían para el crecimiento tan rápido del lirio?

3.- ¿Qué pasa con los seres vivos que dependen de las plantas de la profundidad del lago?

ANEXO 5.1

	I.P. EQ-No1	I.P. EQ-No2	I.P. EQ-No3
Muestra 1 (Pequeña) Características	Nombre: Cactus prisma, pocas espinas en el tallo espinas en desarrollo aproximadamente 20 en inicio de espinas hay bultos de pelaje Color: Verde	Mide 11.5 apenas le van creciendo sus espinas esta pleno desarrollo pelaje inferior en parte superior blanco de las espinas	Notamos que su pata de elefante es pequeña, sus hojas son sólo un poco largas y muy delgadas
Muestra 2 (Mediana) Características	Nombre: Cactus prisma Tallo: Grueso, ya tiene más espinas maduras, aproximadamente 20, bultos de pelaje en pleno desarrollo Textura: dura y pelaje Color: verde	mide 22 Ya tiene espinitas en textura dura pelaje en las espinas	En esta pata de elefante ya está un poco grande sus hojas un poco más largas y gruesas
Muestra 3 (Adulta) Características	Tallo: Grande aproximadamente 31 o 32 centímetros, color verde, tiene pocas espinas en desarrollo, casi 37 espinas Textura: dura con pelaje, bultos de pelaje en espinas con unas madresitas	mide 36.2 es más duro tiene más espinas y es más bonito	la pata de elefante ya es más grande sus hojas largas y gruesas
¿Qué ha influido en la planta para que pasen esos cambios?	El crecimiento y el número de espinas	agua, sol, vitaminas, cuidado	El tiempo es el que ha hecho que la planta baya cambiando pero también se necesita de estar hechándole agua y de permanecer en la sobra y de todos los cuidamos para este tipo de planta
Idea de fondo	Cambio	Factores	Cambio y Factores

	I.P. EQ-No4	I.P. EQ-No5	I.P. EQ-No6
Muestra 1 (Pequeña) Características	Tiene hojas pequeñas y más tallos	La planta tiene espinas alrededor y hasta tiene hojas verdes que rodean como una corona sus colores color verde y café	Nombre cuna de moyses Color verde fuerte con toque blancos es de sombra es suave y delgada no tiene mucho olor
Muestra 2 (Mediana) Características	Tiene hojas más chicas y su tayo es más grueso	Es = que la planta numero 1 solo que esta tiene espinas más chiquitas y sus hojas son mas verde oscuro	esta 8cm mas grande de la anterior es un color mas oscuro esta algo rasposa y mas gruesa
Muestra 3 (Adulta) Características	Las hojas son más grandes y verdes	la planta es mas grande mas grande que las demas pero sus espinas son mas grandes y sus hojas tambien mas grandes	cresia al doble cambio su color se iso mas suavísima menos gruesa
¿Qué ha influido en la planta para que pasen esos cambios?	Su tiempo de crecimiento de agua y luz	que crecio mucho más por el paso del tiempo las espinas son mas grandes al tamaño que va creciendo y sus hojas son mas grandes y mas verde oscuro y por supuesto debes cambiar la tierra y el tamaño de la maceta	tiempo agua sol viento tierra proteccion
Idea de fondo	Cambio y Factores	Cambio y Factores	Cambio y factores

	I.P. EQ-No7	I.P. EQ-No8	I.P. EQ-No9
Muestra 1 (Pequeña) Características	En la planta y vimos q estaba pequeña y la tierra es o tiene palito se llaman ramas	Tamaño chica Color verde claro Tierra de ramitas	Esta pequeña no esta desarrollada y tiene 4 ramas
Muestra 2 (Mediana) Características	vimos y crecio mas y tiene tierra tezontle y en las puntñas tienen color moradas	Tamaño mediano Color verde claro Tierra tezontle	Esta mediana no esta muy desarrollada tiene 4 ramas
Muestra 3 (Adulta) Características	vimos a la planta sus hojas estan mas grandes y y la tierra es umeda	Tamaño grande Color verde claro Tierra tezontle	Está mas desarroyada y es un poco más grande y tiene 6 ramas y tiene un poco mas de tierra que las anteriores
¿Qué ha influido en la planta para que pasen esos cambios?	An cambiado la tierra y han florecido y han tenido un cambio de tierra diferente y van cambiando su estructura	Ha crecido gracias al agua, el sol y el aire Contiene oxígeno y de mas	Durante meses a crecido primero estava la planta chica y despues creció un poco mas y despes se iso un poco mas grande canvio el tipo de tierra primero disminuye la tierra
Idea de fondo	Factores	Factores	Cambio

	I.P. EQ-No10	I.P. EQ-No11	I.P. EQ-No12
Muestra 1 (Pequeña) Características	Se llama savila es pequeña tiene tres ramas & una que va en proceso	Es chiquita, con tierra tiene puntas color verde con rayas blancas	Es verde, tiene rayas blancas y tiene picos pequeños que se sienten como espinas pero no son espinas
Muestra 2 (Mediana) Características	Tiene cinco ramas esta es proseso de desarrollo, tiene tierra & es muy olorosa	Es mediana con tierra tiene líneas blancas y es verde con poca tierra es rígida y no es fronosa	Es mas grande tiene mas hojas que la primera, luces mas que la pequeña y se notan más sus rayas blancas
Muestra 3 (Adulta) Características	Tiene seis ramas, tiene mas tiempo de desarrollo tiene mas tierra que las otra & es mas larga	es grande de color verde con líneas blancas, suficiente tierra, su maceta es anaranjada, redonda con círculos en la base. Su textura de la planta es rígida.	Es mas grande que las pasadas tiene mas hojas que las pasadas, tiene mas parecido a la sabila y tiene textura rígida
¿Qué ha influido en la planta para que pasen esos cambios?	Durante meses la han cuidado hechandole agua poniendola al sol, viendo en que lugar esta & los procesos que ha pasado	Su desarrollo físico (crecimiento, rasgos color) forma y tamaño, textura rígida	En la planta ha influido que les da el sol, cuando llueve reciben agua y el biento les da como su oxígeno para que sigan vivas
Idea de fondo	Cambio	Cambio	Factores

ANEXO 5.2

EQUIPOS	I.N.P.V-EQ-No1		I.N.P.V-EQ-No2		I.N.P.V-EQ-No3		I.N.P.V-EQ-No4		I.N.P.V-EQ-No5		I.N.P.V-EQ-No6	
COMPONENTES	¿Cómo influye este componente en el crecimiento?	Explica si este componente actúa sólo en el crecimiento de la planta o se auxilia de algún otro componente para que se dé el crecimiento de la planta:	¿Cómo influye este componente en el crecimiento?	Explica si este componente actúa sólo en el crecimiento de la planta o se auxilia de algún otro componente para que se dé el crecimiento de la planta:	¿Cómo influye este componente en el crecimiento?	Explica si este componente actúa sólo en el crecimiento de la planta o se auxilia de algún otro componente para que se dé el crecimiento de la planta:	¿Cómo influye este componente en el crecimiento?	Explica si este componente actúa sólo en el crecimiento de la planta o se auxilia de algún otro componente para que se dé el crecimiento de la planta:	¿Cómo influye este componente en el crecimiento?	Explica si este componente actúa sólo en el crecimiento de la planta o se auxilia de algún otro componente para que se dé el crecimiento de la planta:	¿Cómo influye este componente en el crecimiento?	Explica si este componente actúa sólo en el crecimiento de la planta o se auxilia de algún otro componente para que se dé el crecimiento de la planta:
Tierra	al cultivo y desarrollo de la planta	La planta necesita agua para ser fértil y crecen las plantas	Es una protección para la semilla y es como un alimento hacia la semilla	Ayuda a la semilla a estar en un buen estado	la tierra solo es una forma para que la planta permanezca ya que pueden permanecer en otro lugar	Este solo sirve para sostener la planta	Ayuda a que no se metan plagas y a mantener el agua	proporciona frio y calor	Ayuda a la planta crecer constante el tiempo	planta	para que las raíces puedan crecer	sirve para la cosecha
Agua	le da crecimientos y nutrimentos a las plantas	Si activa para dar fertilidad a las plantas	Ayuda en el crecimiento de la semilla para que este en mejor estado	El agua cuando la hechas a la tierra la tierra la absorbe para darse a la semilla	El agua permite que la planta se alimente y crezca	Actua solo para el crecimiento de la planta	El agua ase que la planta no se seke no muera y este seka	solo en el crecimiento	ayuda al medio ambiente es el principal recurso ambiental sino no podríamos vivir	Planta auxiliar	Le da agua a la planta para vivir	El agua se unas para todo
Sol/Energía solar/Luz solar	Para algunas plantas el sol es necesario para crecer	le da su calorito a la planta	El sol le da fuerza a la semilla	Hace el crecimiento mas rápido	El sol solo algunas plantas lo necesitan este solo es una necesidad de la planta	Actua solo porq' sólo necesita q' le den los rayos del sol a la planta, así q' no tiene mas componentes	ayuda a no se aga devil y a mantenerse	proporciona calor a la tierra que hace que el frijol crezca más rápido	Al crecimiento de las plantas con el paso del tiempo	Cualquier tipo de planta	Para que le de a la corona de la planta y que asi crezca	para calentar cosas
Aire/Viento	hace o tiene fotosintesis con la planta	el aire contiene dióxido de carbono y las plantas hacen aire					El aire influye para darle oxígeno a la planta	Es para la planta y la planta también cuando es ese nos da oxígeno	ayuda al medio ambiente y a los alumnos	plantas y medio ambiente	para que le fluya el agua	para refrescarse
Semilla	Sirve para que la planta se desarrolle y nasca	S.E.	Por crecimiento de la planta y depende de que planta dependa	hay semillas que algunas nos pueden dar alimento y medicamento			La semilla sirve para hacer algun alimento o planta	Se puede ocupar para comidas o las plantas para decorar algunas				
Vitaminas			Le da nutrimentos a la semilla	Para que crezca bn fuerte y bonita								
Abono					Este es un tipo de alimento para la planta	Si este componente actua solo el cual tambien es como una vitamina	para crecer mas fuerte la planta	Sirve para que no se devilite la planta y resista mas tiempo				
Cuidados							ayudar d cuidandola de que no le falte nada	para que no se marchite tan rapido				
Paso del tiempo									influye cuando crece la planta	Planta		
Sombra									Ayuda a que el planeta este mas frio con el calor	auxiliar	Para algunas plantas les sirve	Para personas blancas
oxido de carbono											para que respiren la planta	para que viva toda la raza huma y todo lo vivo
Dióxido											para prosen el oxido	para que viva todo
Dióxido de carbono												
Oscuridad/La noche												
Nutrientes												
Pintura blanca												
	heterótrofa		Cuidados		hetrotrofa		Componentes		Componentes		Componentes	

I.N.P.V-EQ-No7		I.N.P.V-EQ-No8		I.N.P.V-EQ-No9		I.N.P.V-EQ-No10		I.N.P.V-EQ-No11		I.N.P.V-EQ-No12	
¿Cómo influye este componente en el crecimiento?	Explica si este componente actúa sólo en el crecimiento de la planta o se auxilia de algún otro componente para que se dé el crecimiento de la planta:	¿Cómo influye este componente en el crecimiento?	Explica si este componente actúa sólo en el crecimiento de la planta o se auxilia de algún otro componente para que se dé el crecimiento de la planta:	¿Cómo influye este componente en el crecimiento?	Explica si este componente actúa sólo en el crecimiento de la planta o se auxilia de algún otro componente para que se dé el crecimiento de la planta:	¿Cómo influye este componente en el crecimiento?	Explica si este componente actúa sólo en el crecimiento de la planta o se auxilia de algún otro componente para que se dé el crecimiento de la planta:	¿Cómo influye este componente en el crecimiento?	Explica si este componente actúa sólo en el crecimiento de la planta o se auxilia de algún otro componente para que se dé el crecimiento de la planta:	¿Cómo influye este componente en el crecimiento?	Explica si este componente actúa sólo en el crecimiento de la planta o se auxilia de algún otro componente para que se dé el crecimiento de la planta:
Ayuda a que la raíz crezca fresca y grande	Y el agua para que la raíz crezca y que la planta crezca y no se seque	esn un espacio que la planta puede desarrollarse libremente y puedan crecer libremente sus raíses	del agua sol y el bioxido de carbono para el sano crecimiento de la planta	ayuda a que la raíz tenga de dónde sostenerse y absorbe el agua	necesita de 2 componentes fundamentales como son el sol y el agua	Es el principal para que crezca la planta	Actua con las semillas			ayuda al crecimiento y que se quede en un lugar fijo	Pues es para que la planta no se caiga y sirve para que crezca
Influye en mucho por que como un alimento que absorben desde la raíz hasta las hojas	Por tierra y q sus raíz crezca y el sol para dejarla crecer	dando le nutrientes a la planta para su crecimiento	el sol, la tierra, bioxido de carbono para el sano crecimiento de la planta	El crecimiento para que la raíz reciba esa agua y pueda crecer	necesita de otros componentes	Hidratando a la planta para que crezca	Semilla sol tierra	Le da salud y agua para beber y crezca mejor	se auxilia por el sol y de buena salud	le ayuda a crecer a la planta	le ayuda a que no se marchite y se haga fea
Si la planta es de sol se pondrá de una manera muy linda	Y que le de sol para q no se seque	la luz es un factor importante para su crecimiento ya que le otorga luz	la tierra el agua bioxido de carbono	Pues ay varias plantas que necesitan sol o sino se mueren	no ay muchos mas componentes	Algunas plantas no se desarrollan	Agua, tierra & semillas	ayuda dandole dióxido de carbono y una buena fotosíntesis	se auxilia por el el agua y aire	a que su crecimiento sea mejor y tenga buena fotosíntesis	es para que no le falte luz y no retenga su crecimiento para que la sombra la retiene pero la luz no
La semilla sirve para q la planta crezca	y es como una vitamina para la planta para su crecimiento			Ps ayuda a que la semilla crezca y sea una planta	actua también con el agua, tierra y el sol	Sin ellas las plantas no crecen & no hay planta	Agua tierra sol o sombra	La deja respirar y le da oxígeno	Se auxilia de otro componente como la luz y el agua	Da oxigeni a la planta	es para que tenga buen oxigeno y tenga un buen crecimiento todo el año
Influye en que si la planta esta mal se nutra y se estabilise	Sirve para sus raíz se alargen y q la planta crezca a una cantidad imposible									ayuda a que tenga mas fuerza la planta	sirve para que aya planta para que tenga un poco mas de fuerza y no este debil
						Sirve para que las plantas de ese tpo crezcan	Semillas tierra & agua				
		Esto es un factor que influye en el crecimiento dandole bitaminas	S. E.					Hace que nos de oxigeno y tenga una mejor salud	S. E.		
La oscuridad ayuda a las plantas que no son de sol	y para que el sol no les de y q poco a poco el agua se baya secando poco a poco			En el caso de las plantas nocturnas es indispensable para su crecimiento	Todos los anteriores menos el sol					ayuda a la fotosíntesis de la planta	Es para que tenga buena fotosíntesis y no se marchite con tanta luz solar
				le da a las plantas la mayor parte de lo que necesita para poder crecer	Necesita tierra entre otros						
La pintura blanca ayuda a las plantas grandes que no se les metan insectos en las ojas	A que los insectos se resbalen y al agua a las ojas y crece										
Componentes		Heterótrofa		Componentes		Componentes		Componentes		Componentes	

ANEXO 5.3

MODELO-INICIAL-EQ-No1		MODELO-INICIAL-EQ-No2		MODELO-INICIAL-EQ-No3	
Elementos	Relaciones	Elementos	Relaciones	Elementos	Relaciones
Tierra	Primero se planta la semilla después con el cuidado necesario crezca o se desarrolle y al finalizar es una planta adulta	Tierra	Insertando tierra en una maceta colocamos la semilla depende a la planta que queremos cubrimos la semilla con mas tierra despues le hechamos agua. La planta puede crecer depende al cuidado que le tengas para poder obtener una planta bonita debes ponerle vitaminas las vitaminas la haran crecer	Sol	La planta necesita sol y agua para crecer en algun tiempo
Semilla		Semilla		Agua	
Planta		Agua		Planta	
	Cuidados	Tiempo			
	Vitaminas				
	cuidados		cuidados y función		relación directa

MODELO-INICIAL-EQ-No4		MODELO-INICIAL-EQ-No5		MODELO-INICIAL-EQ-No6	
Elementos	Relaciones	Elementos	Relaciones	Elementos	Relaciones
Agua	Riesgas las semillas con agua y crecen	Semillas	En una maseta se ponen las semillas con la tierra, después del tiempo se rego y el sol le dio energía. Después del tiempo ira creciendo. Finalmente después de unos meses crecerá. Se debe de cuidar, regarla y que le de el sol	Regar	Una planta crece con varios cuidados como: regarla, poniendola en el sol, cuidandola y no se seque. Toma agua, sol, tierra, viento y sombra. Irla cambiando de maceta cada vez que vaya creciendo
Planta		Tierra		Sol	
Semilla		Tiempo		Tierra	
	Sol	Viento			
	Cuidados	Sombra			
	cuidados y función		cuidados y función		cuidados

MODELO-INICIAL-EQ-No7		MODELO-INICIAL-EQ-No8		MODELO-INICIAL-EQ-No9	
Elementos	Relaciones	Elementos	Relaciones	Elementos	Relaciones
Agua	Los tipos de cuidados de debe llevar son muy delicados, por lo tanto tenemos que investigar sobre la planta que nos interese para saber sus cuidados siempre una planta debe de llevar agua y tenemos que observarlas para ver como esta	semilla	Primero que nada se necesita semillas, la tierra y el agua, después de poner eso tienen que ponerla bajo la luz del sol, la planta va creciendo con el paso del tiempo. Si le llegara a faltar, el agua, la tierra y la luz del sol la planta no podrá desarrollarse bien ya que esos tres componentes son fuerza para la planta	Semilla	Bueno primero la semilla y después te esperas unos días para que vaya creciendo poco a poco y cada día se va regando y la tienes que cuidar para que crezca y tenerle cuidado
Cuidados		Tierra		Agua	
		Agua			
		Luz			
		Fuerza			
	cuidados		cuidados y función		directa

MODELO-INICIAL-EQ-No10		MODELO-INICIAL-EQ-No11		MODELO-INICIAL-EQ-No12	
Elementos	Relaciones	Elementos	Relaciones	Elementos	Relaciones
Agua	1º Se empieza el desarrollo de la empezando por la tierra 2º Se le pone las semillas 3º Se le hecha agua y se pone al sol 4º Se le da mantenimiento y sigue su desarrollo 5º Va creciendo 6º Lleva un desarrollo 7º Crece la planta que elejiste	Agua	Para que una planta crezca se le pone agua, se coloca en un lugar fresco para q' le de aire y sol. Y así haciendo cada instrucción anterior todos los días para que poco a poco vaya creciendo	Semillas	Primero se siembran las semillas del girasol y se riegan todos los días luego en unos meses lla esta formada ya después de un año ya terminó todo su crecimiento y ya se ve mejor que antes
Sol		Aire		Agua	
Semillas		Sol			
Tierra					
Planta					
	cuidados		Directa		cuidados

ANEXO 5.4

MODELO 2-EQ1		MODELO 2-EQ2	
Elementos	Relación	Elementos	Relación
Tierra	<p align="center">Los componentes son la tierra, el agua, el sol y la semilla Se alimenta con los nutrientes de la tierra y del agua</p>	Semilla	<p align="center">Dentro de una semilla hay unos pequeños nudos que poco a poco van creciendo y se va formando la planta. La raíz de la planta poco a poco va adaptándose a la tierra la planta necesita agua para que no se seque ni se marchite</p>
Agua		Raíz	
Sol		adaptación	
Semilla		tierra	
Nutrientes		agua	
Raíz		Sol	
Tallo		Plantula	
Hojas		Planta	
Representación lineal de etapas de crecimiento		Dibujo con palabras clave y flechas	
	Simplista		Semilla a planta

MODELO 2-EQ3		MODELO 2-EQ4	
Elementos	Relación	Elementos	Relación
Semilla	<p>La semilla es la primera etapa de la planta, hay de varios tipos de semilla</p> <p>La segunda etapa es cuando las plantamos a la semilla a la tierra</p> <p>La tercera etapa es cuando la semilla empieza a salir la planta gracias a los residuos de alimentos q' contiene la semilla la planta va creciendo gracias al sol, al agua y a las vitaminas</p> <p>En la otra planta q' pusimos en la bolsa; ha crecido un poco más q' la otra; porq' aunq' staba amarrada la bolsa; le proporcionó más calor</p>	Sol	<p>Se elige el lugar donde se va a poner y ponemos la semilla la tapamos y le echamos agua y poco a poco va pasando por diferentes etapas primero sale el tallo segundo va creciendo y tercero salen hojas y mere y otras vuelv crecer</p>
Tierra		Agua	
Alimento		Tierra	
Sol		Tallo	
Agua		Hojas	
Vitaminas		Crecimiento	
Calor			
Crecimiento			
Dibujo con texto explicando		Representación cíclica sin explicación	
	Semilla a planta		Desarrollo

MODELO 2-EQ5		MODELO 2-EQ6		
Elementos	Relación	Elementos	Relación	
Semilla	La semillas tiene nutrientes, se coloca en tierra, necesita agua y se desarrollo la raíz , con la luz del sol se desarrolla el tallo y las hojas	Tierra	Se pone la tierra en una maceta donde se coloca la semilla Se hecha agua para que la semilla la absorva la planta se coloca en un espacio donde le de el sol	
Nutrientes		Semilla		
Tierra		Agua		
Agua		Sol		
Luz solar				
Raíz				
Tallo				
Hojas				
Dibujo con enunciados		Esquema señalando partes y explicando		
	Semilla a planta		Simplista	

MODELO 2-EQ7		MODELO 2-EQ8	
Elementos	Relación	Elementos	Relación
Raíz	La raíz empieza por una semilla y crece por medio de la tierra, el tallo lleva agua a las hojas, Las hojas crecen y absorben el agua y el sol, se producen semillas	Cloroplastos	la tierra tiene nutrientes que se absorben por la raíz, necesita agua, tiene cloroplastos y utiliza energía del sol acumulando alimento
Semilla		energía del sol	
Crecimiento		alimento	
Tierra		tierra	
Tallo		nutrientes	
Agua		agua	
Hojas		raíz	
Sol		tallo	
		hojas	
Dibujo con explicación escrita		Dibujo con alguna flechas entre elementos explicando	
	Semilla a planta		Complejo

MODELO 2-EQ9		MODELO 2-EQ-No10	
Elementos	Relación	Elementos	Relación
Planta	<p>primero sembrar la planta y después regarla y ponerla al sol</p> <p>El número 2 muestra la planta un poco más desarrollada</p> <p>El número 3 muestra a la planta más grande y los pétalos saliendo</p> <p>Tuvimos mucho cuidado para la planta la regamos y pusimos al sol fue creciendo poco a poco</p> <p>El último muestra la planta final desarrollada y esa planta paso por los 4 pasos anteriores</p>	Agua	<p>Se necesita agua, tierra, sol & semillas.</p> <p>Hechas las semillas en la tierra</p> <p>Les hechas agua. Conforme van creciendo les dan los cuidados necesarios, hechandole agua y poniendo al sol & al final crece</p>
Agua		Tierra	
Sol		Sol	
Desarrollo		Semilla	
Crecimiento		Crecimiento	
Dibujo con algunas oraciones		Dibujo con algunas oraciones	
	Semila a planta		Cuidados del hombre

MODELO 2-EQ-No11		MODELO 2-EQ-No12	
Elementos	Relación	Elementos	Relación
Planta	Con todos los nutrimentos el sol puede formar su alimento y dar energía a la planta para su crecimiento	Semillas	Primero se riega la planta, bueno, las semillas durante una semana. Para que crezca bien. Luego que la regamos una semana vemos como ya crecio bastante Luego pasa un año ya se terminó de formar esta bien, tiene buena vitamina tiene clorofila y todo. Y se ve bien la planta grande y de buen color
Agua		Agua	
Tierra		Crecimiento	
Aire		Tiempo	
Sol		Vitamina	
Crecimiento		Clorofila	
Nutrientes		Color	
Dibujo con algunas oraciones		Dibujo con algunas oraciones	
	Complejo		Desarrollo

5.5 ANEXO

HISTORIETA A1	HISTORIETA A2	HISTORIETA A3	HISTORIETA A4	HISTORIETA A5
<p>No nos ayuda por que las plantas ya tienen procesos y no es necesario</p>	<p>No ayuda porque a las plantas no se les puede hablar, porquw no tienen oídos y la planta puede crecer con vitaminas y minarales que lo componen</p>	<p>Bueno, puede que la planta crezca si le hablan o puede que no, por que la ciencia luego sólo da teorías que no son ciertas o que sí son ciertas y a lo que me refiero que la ciencia no acieierta hasta que agamos eso como experimento y así podríamos comprobar si la ciencia dice la verdad</p>	<p>Yo pienso que si les hablamos a las plantas si creceran, ya que le daríamos dióxido de carbono y como la planta también necesita el dióxido de carbono para crecer</p>	<p>No ayudaría porque la planta ya tiene una especie de procesos, los cuales ya conocemos o los hemos visto ultimamente. Lo que si es cierto es que tratarlas con cariño para que crezcan bonitas</p>

HISTORIETA A6	HISTORIETA A7	HISTORIETA A8	HISTORIETA A9	HISTORIETA A10
Pues yo opino que es un decir, que se ayuda con hablarles, por que en sí lo que necesita una planta para crecer es el sol, el agua y la tierra, ya que la planta tiene sus nutrientes y esos nutrientes ace el alimentos para ella y así crecen	No pues hablarle a las plantas a lo mejor si sirve, como dicen que es un ser vivo tiene sentimientos. Entonces yo digo que si ayuda para que... crezca bien	No ayuda x qke las plantas crecen con o sin musika o hablandole a las plantas crecen x vitaminas cuidado agua tierra etc. No es necesario ablarles x que si son seres vivos pero no es para cantarle o hablarle	La verdad es que no le ayuda x q las plantas no tienen oidos y x lo tanto no notan la diferencia que si le cantan o no	No ayuda al crecimiento de las plantas porque con o sin hablarles o cantarles la planta crese gracias a los nutrientes que les damos

HISTORIETA A11	HISTORIETA A12	HISTORIETA A13	HISTORIETA A14	HISTORIETA A15
Amm bueno yo digo que no hay posibilidades de que cuando hablamos a una planta crezca pues ya que esta contiene los nutrimentos necesarios para formar su alimento y dar energía a la planta	A pues no ayuda porque las plantas tienen un orden nutrientes y solk tierra y agua pero y personas que hablan porque piensan que sí crese	No ayuda por que la planta ya tiene los nutrientes para crecer, la planta necesita agua, tierra & sol para crear su alimento & con eso crese	No ayuda por que las plantas no necesitan de eso de que hay que hablarles porque la planta ella crece por si sola	Yo digo que no crecen si les hablas o les pones musica, por que las plantas crecen por medio de componentes o nutrientes que la van a ayudar a su desarrollo esos componentes son agua, sol, tierra, semilla y sombra, dependiendo de que habitad sea

HISTORIETA A16	HISTORIETA A17	HISTORIETA A18	HISTORIETA A19	HISTORIETA A20
No ayuda por que lo que la planta necesita sus nutrientes que son el agua, la tierra y el sol y si tiene eso la planta hace un alimento	Lo que dice la niña de que la planta crece si les hablas no es cierto por que lo que dicen es una teoría y a veces las teorías son verdaderas o falsas por eso pero si crecen es por los nutrimentos, el agua y el sol depende de cómo la cuides	M pues la verdad no ayuda mucho por que la planta tiene nutrientes y varias cosas que hacen que crezca de hecho no ayuda pero algunas personas creen y dicen que si	La planta no necesita que le hablen ya que solo es una teoría porque para que la planta crezca necesita de agua, sol, tierra aire y nutrientes	A las plantas no les sirve que les hablen para que crezcan lo que que si les sirve a las plantas para crecer es el sol, agua y los nutrientes de la tierra

HISTORIETA A21	HISTORIETA A22	HISTORIETA A23	HISTORIETA A24	HISTORIETA A25
R= que no es necesario tanta cosa para que la planta crezca si no le hablas crece y si si hablas crece de todos modelos lo que si es necesario son los nutrientes, el sol, el agua, la tierra y el bióxido de carbono	Según dicen que la musica alegre a todas las personas talvez como la planta es un ser vivo le ayude a desarrollarse más rapido pero tendríamos que comprobarlo.	Puede que con música pueda ayudarlas pero eso no significa que crezca más rapido pero le ayuda más el sol y todos los nutrientes y tambien el agua.	Puede ser posible pero la planta necesita vitaminas, agua y sol porque es más necesario.	No por que la planta tiene sus nutrientes para crecer y no necesariamente que le hablemos por que lo que tiene la semilla y la tierra y el sol con esos elementos crece y las vitaminas.

HISTORIETA A26	HISTORIETA A27	HISTORIETA A28	HISTORIETA A29	HISTORIETA A30
<p>No le ayuda por que no se le habla a las plantas se les da nutrimentos no palabras.</p>	<p>De que al hablarle no crece no ayuda a nada pero con agua, sol y tierra tiene un buen crecimiento.</p>	<p>Pues lo que dicen las señoritas no ayuda por que las plantas no necesitan que les cantes para que crezcan si no, que las pongas al aire libre para que les de el sol y hecharle agua para que no se marchite.</p>	<p>Bueno pues la verdad no creo que hablarle a las plantas sea totalmente vital para las plantas es como los vegetarianos no comen carne y asi pueden vivir.</p>	<p>Hechandole vitaminas y agua y el lugar donde esta por que si no le hechas agua se seca y se sigue muere.</p>

HISTORIETA A31	HISTORIETA A32	HISTORIETA A33	HISTORIETA A34	HISTORIETA A35
Mira pues no ayuda por que el hablar no es un nutriente como el agua, sol, tierra, noche y las semillas esos si son nutrimentos.	Yo pienso que no sirve que le hables a la planta para que crezca la planta crece poco a poco sin que le hables la planta es un ser vivo y crece por otras cosas.	Pues yo digo que hablarle a la planta si ayuda no mucho pero eso hace que crezcan más en cambio el sol y el agua la ayudan para crecer mucho más. Pero además la planta necesita que la cuiden y por lo tanto para hablar le da a la planta bioxido de carbono por que mientras le hablas sacas tu bioxido de carbono y eso le ayuda a la planta.	No ayuda porque una planta necesita vitaminas, aguay sol para poder crecer.	Yo digo que puede ayudar un poco eso de hablarle a la planta o ponerle música por que en teoria las plantas sienten y necesitan cosas pero tambien no sería tanto de hablarle sino del cuidado que le damos.

HISTORIETA A36	HISTORIETA A37	HISTORIETA A38	HISTORIETA A39
Yo pienso que no funciona porque la planta necesita nutrientes tierra agua sol necesita eso para que crezca.	Las jovencitas de la historieta hablan sobre el cuidado de la planta pero no porque necesita el bioxido de carbono, oxigeno, los rayos del sol, tambien hay que cuidarla para que crezca bonita y grande y necesita las vitaminas, agua y otras cosas.	yo diría que actua igual que los nutrientes porque en algunos casos	No ayuda a crecer hablarle a la planta porque crce con nutrimentos y los nutrimentos son como alimento para la planta.

5.6 ANEXO

PREGUNTA	CHAPALA ALUMNO - 1	CHAPALA ALUMNO - 2	CHAPALA ALUMNO - 3	CHAPALA ALUMNO - 4	CHAPALA ALUMNO - 5	CHAPALA ALUMNO - 6	CHAPALA ALUMNO - 7	CHAPALA ALUMNO - 8	CHAPALA ALUMNO - 9	CHAPALA ALUMNO - 10	CHAPALA ALUMNO - 11	CHAPALA ALUMNO - 12
1	De que disminuya la vida acuatica.	Puede introducirse en el interior de los canales provocando su obstrucción. Crea las condiciones ideales para que se reproduzca el mosquito que produce el paludismo.	Que se extendería más la plaga del mosquito y no podrían acabar con ella.	Que provocaría la obstrucción del lago y causaría grandes daños tanto a la población como a los animales acuaticos	De que disminuya la vida acuatica	El agua ya no sabría igual, porque los contaminantes le daban un buen sabor gracias a la alga verde-azul que creció ahí	Causaría graves problemas ya que reproduce a lo largo de todo el lago y puede irse al interior del lago	Que no se acabaría la plaga de mosquitos que ahí en el Chapala	Que los canales se tapen y que ya no se pueda hacer muy bien la pesca	Pues que habría más problemas	Otros problemas del lirio es que crea las condiciones ideales paludismo	se introduce al interior de los canales & no deja pasar el agua, provoca paludismo.
2	La basura y la contaminación	Los mosquitos (creo)	Que los pescadores lo hacían manual por eso lo ayudaba a su extensión.	Pues yo digo que un factor podría ser su reproducción	La basura y la contaminación.	La contaminación	Herbicida orgánico consiguió disminuir la población del lirio acuatico	Por la extensa profundidad	Que la sacaran del lago eso fue a ke se reproducieran más rapido	la extensa profundidad que hay en el lirio	Que este en constante con el agua	Quitar las planta así crecen más & más rapido.
3	Se contamina	que se contaminaron de ploriferan	Se mueren por la peste del lago por las algas verde - azul del lago.	Hay posibilidades de que mueran pues ya que estos estan acostumbrados a tener agua normal y no con color ni olor.	Se contaminarían	Se morirían, crecen más	Peces y manatis no pudieron con la planta.	Que los pescadores lo sacaban del mar para que no cusen más problema	Pz se queda sin sus plantas	Que los pescadores los sacan para que no causen más problemas	este lirio causa graves problemas de este lago es el proliferación ya que se reproduce a lo largo de todo y puede introducirse	Se mueren porque los lirios ya no los dejan obtener su alimento.

CHAPALA ALUMNO - 13	CHAPALA ALUMNO - 14	CHAPALA ALUMNO - 15	CHAPALA ALUMNO - 16	CHAPALA ALUMNO - 17	CHAPALA ALUMNO - 18	CHAPALA ALUMNO - 19	CHAPALA ALUMNO - 20	CHAPALA ALUMNO - 21	CHAPALA ALUMNO - 22	CHAPALA ALUMNO - 23	CHAPALA ALUMNO - 24
Se reproduciran los mosquitos cada vez más y podrían contagiarse a todos los habitantes de la zona.	Se produce a lo largo de todo el lago y puede introducirse en el interior de los canales provocando obstrucción	que podría tapar los canales donde sale el agua y podría aver una plaga masiva del mosquito	ninguna sería mejor para el lago	que lla no abría peses y que obstrulle los canales	obstrucción en los canales del lago y la creación des mosquito del paludismo	contaminaría el Medio ambiente y podría Matar a los seres vivos	pues que la pesca disminuiría mucho y abría mucho mosquito y se crearía mucha alga verde-azul la cual es mala para el agua del lago	pues ninguna porque si lo dejan no les afecta en nada	que se obstrucciones los canales y que la pesca sea imposible además que se llevaría la producción de mosquitos	enfermedades se pueden propagar y no daría cual es el canal	que la peste del lago no les agrada a los pescadores
Las condiciones del lago que son perfectas para el lirio	ervicidas orgánicos	La temperatura y las aguas no tan profundas	que este en agua	el lirio crece por el agua el sol y la tierra que ay debajo del mar y el cambio de temperatura en el agua	que el lago sea extenso	La contaminación del lago (basura, esos de los animales etc...)	que pues la planta necesita del rio para crecer y como no la pueden quitar tiene tiempo para reproducirse	los moscos las plantas que viven en el lago	el estancamiento del agua y las plantas marinas que mueren y se estancan haciendo el lirio acuatico	agua sol Bioxido de carbono y nutrientes	el mosquito que transmite el paludismo
Se morirán	se mueren	Ps algunos se mueren y otros se adaptan a las condiciones de vida.	les obstruye del lugar o paso no los deja que continuen.	que no se pueden mover y no las pueden ver y comer	que se mueran los animales	Mueren ya que el lirio contamina todo el lago	pues tendrían que buscar otro lugar en donde encontrar las plantas ya que el lirio los afecta mucho	siquitan las plantas talves no se extingan pero se van a acabar en el lago	que se morirían o migrarían por la imposible pesca y además por infección de paludismo	se morirán	

CHAPALA ALUMNO - 25	CHAPALA ALUMNO - 26	CHAPALA ALUMNO - 27	CHAPALA ALUMNO - 28	CHAPALA ALUMNO - 29	CHAPALA ALUMNO - 30	CHAPALA ALUMNO - 31	CHAPALA ALUMNO - 32	CHAPALA ALUMNO - 33	CHAPALA ALUMNO - 34	CHAPALA ALUMNO - 35	CHAPALA ALUMNO - 36
Las enfermedades se puede propagar y no daría abasto en el canal	q yene de Gemenes a todo el Lago	Q se acabaría la pesca en el lago	se les complica el caso de los pescadores	q los seres vivos podrían morir y las plantas no se crecería	que crearia otra plaga de mosquitos	Podrían obtruir los canales del agua	que creian otra plaga de mosquitos	por la obstruccion del lago	por la obtruccion del lago	Que se llena de gemenes a todo el lago	1.- reproduce mosquitos que transmite el paludismo. 2.- Plaga que era muy extensa 3.- Proliferación
agua, sol, bioxido de carbono y nutrientes	q se reproducen por medio del Todo el año	La plaga del lirio	se complica el paso de la persona y la pesca	del un factor q podría ser un virus para que haga al virus intonicado se balla	que lo fueron eliminando y eso ayudaba a la planta para que creciera aun mas	La plaga en el rio	que	el agua, tierra y el sol los microorganismos que hay en el agua	el agua, tierra y el sol	Que se reproduce por medio de todo el año	la plaga por que se fue haciendo más grande y extensa
se morirían	se llegan a morir	se mueren por la plaga	se pueden morir	q ya no crecerían y estan contaminadas por el virus	que los seres vivos no podría pescar peces.	se alimentan con el agua del rio verde-azul		se alimentan con el agua verde-azul	se alimentan con el agua verde-azul	Que Llegan a morir	ya no habían por los mosquitos que transmitían el paludismo