

**EVOLUCIÓN DE LOS MODELOS EXPLICATIVOS DE LA  
FOTOSÍNTESIS A TRAVÉS DE LAS REPRESENTACIONES  
EXTERNAS**

**INVESTIGADOR: EDWIN DE JESÚS GAVIRIA ZAPATA  
ASESORA: LUZ ESTELA MEJIA ARIZTIZABAL**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE LAS CIENCIAS Y LAS ARTES  
MEDELLÍN  
2006**

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. RESUMEN	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	2
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	2
2.2 PREGUNTAS DEL ESTUDIO	7
3. MARCO TEORICO	8
3.1 TEORIA DEL CAMBIO CONCEPTUAL	7
3.2 MODELOS	10
3.2.1 ¿QUÉ ES UN MODELO?	11
3.2.2 ¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE CONOCER LOS MODELOS?	11
3.2.3 ¿FUNCIONALIDAD DE LOS MODELOS?	11
3.3 TEORIAS IMPLÍCITAS	14
3.3.1 PARA QUE SIRVEN LAS TEORIAS IMPLÍCITAS	13
3.4 REPRESENTACIONES	15
3.4.1 REPRESENTACIONES MENTALES O INTERNAS	16
3.4.2 REPRESENTACIONES EXTERNAS	16
3.4.3 IMPLICACIONES DIDÁCTICAS	17
4. OBJETIVOS	19
4.1. OBJETIVO GENERAL	19
4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	19
5. METODOLOGÍA	20
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS	22
6.1. ANALISIS DE LAS RESPUESTAS	22
7. COMO EVOLUCIONARON LOS MODELOS EXPLICATIVOS	28
CONCLUSIONES	30
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación es el producto de un proceso académico y de investigación durante el año de 2005 en el marco de la práctica profesional, donde se realizó un estudio de caso a una estudiante de la institución educativa centro formativo de Antioquia CEFA ubicada en el centro de la ciudad de Medellín. Denominado *la evolución de los modelos explicativos sobre la fotosíntesis a través de las representaciones externas*. Se partió de una revisión bibliográfica de las diferentes investigaciones sobre la fotosíntesis debido a su importancia en el currículo de las ciencias naturales tanto las investigaciones sobre las concepciones alternativas como las relacionadas con la enseñanza de este, siguiendo por la consulta de las representaciones externas tanto las pictóricas, verbales, y escritas todo ello retomando como referente conceptual el cambio conceptual desde la vertiente evolutiva y la utilización de los modelos como artefactos que agrupan las diferentes ideas y enunciados que utiliza la estudiante para responder a las diferentes cuestiones planteadas en los cuestionarios.

La metodología utilizada perteneció a la investigación cualitativa etnográfica Estudio de caso y tuvo un carácter longitudinal través del tiempo y se dio en dos momentos uno inicial y otro final donde se aplicaron los instrumentos de recolección de datos. Para ello se desarrollaron en total 4 cuestionarios que nos sirvieron para la diferenciación de las diferentes categorías del estudio. En total se seleccionaron dos categorías presentes en los diferentes tipos de representación externa (pictórico, verbal oral y verbal escrita) Finalmente se desarrolla el análisis de las respuestas y como evolucionan a través de los diferentes cuestionarios para terminar por las conclusiones que arrojaron la investigación en el sentido de la utilización de dos modelos explicativos coherentes que en algunas cuestiones son combinados sin diferenciación alguna. Además de la utilización de ideas y enunciados que pueden agruparse en modelos explicativos coherentes para dar respuesta a una situación determinada.

## DESCRIPCIÓN

### 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

El estudio de la fotosíntesis es considerado importante tanto por su contribución al mundo vegetal como por el grado de dificultad para su aprendizaje. Por esta razón este concepto tiene su lugar en los planes curriculares de ciencias naturales y en los libros de texto.

Numerosas investigaciones se han realizado sobre la dificultad del aprendizaje del concepto de la fotosíntesis, durante la década de los 80 las investigaciones se dedicaron a indagar por las concepciones alternativas y su continuación después de la enseñanza de la fotosíntesis. Estudios como el de Carrascosa, 1983 que pusieron de manifiesto errores conceptuales sobre la fotosíntesis y otros autores como Griffin y Grant, 1985 realizan análisis sobre las concepciones alternativas sobre el concepto de la fotosíntesis, posteriormente se realizan otras investigaciones que se llevan a cabo en diferentes niveles de escolaridad Cañal, 1990 en primaria González, 1994 en secundaria y Astudillo, 1994 con profesores en formación.

Las investigaciones realizadas sobre las concepciones alternativas han arrojado resultados interesantes como: la persistencia, robustez y resistencia al cambio de las concepciones alternativas, además de porque el concepto de la fotosíntesis se ha construido parcialmente más que un concepto integrador estudio realizado por Anderson et al, 1990 lo cual sea una causa de errores en la enseñanza de la fotosíntesis, que se evidencian al momento de organizar la temática en el aula de clase.

Pero no solo las concepciones de los profesores y alumnos contribuyen la problema a esto se le suma la influencia de los textos escolares que consideran algunos aspectos relacionados con la fotosíntesis y no consideran otros aspectos importantes que esta investigación retoma (González, 2003).

Parte de las consideraciones anteriores corresponden a la problemática que enmarca la enseñanza del concepto de la fotosíntesis un concepto integrador que involucra muchas relaciones con otros temas. La existencia de diferentes modelos explicativos presentados por los textos escolares puede ser la respuesta al problema de las concepciones alternativas de los estudiantes pues no existe claridad en el tipo de relaciones con otros temas o conceptos.

La palabra modelo es entendida como el resultado de la percepción y de la interacción social o de la experiencia externa o interna de un individuo, Además de actuar como una instancia representacional que media entre el conocimiento previo y la situaciones (Rodrigo y correa, 1999).

La investigación de los modelos es interesante en la medida que son utilizados para agrupar ideas y enunciados que den cuenta de explicaciones coherentes sobre un concepto o tema específico, pero quedarse solo ahí no es suficiente, lograr que ellos evolucionen se ha convertido en una línea de investigación que ha traído importantes aportes a la enseñanza de las ciencias Vosniadou,1994 ,Brewer,1992 Tamayo,2003 han investigado sobre los modelos y su aporte a la evolución conceptual recurriendo en el caso de Tamayo,2003 a los modelos explicativos construidos a través de la historia.

Modelos y representaciones se convierten en objeto de estudio durante la década de los 90, diferentes investigadores indagan sobre la naturaleza representacional del conocimiento y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias (Pozo, 1986).

La realización de esta investigación recurre a las representaciones externas para conocer los diferentes modelos explicativos sobre la fotosíntesis, en este sentido la literatura nos habla de la importancia de describir los procesos que subyacen a las representaciones que los sujetos tienen acerca del mundo, como operan con

esas representaciones y como pueden construirse, reconstruirse y cambiar en contextos de enseñanza y en ambientes cotidianos. (Tamayo, 2002).

Consecuentemente, las modernas teorías representacionales han desplazado el énfasis desde lo estructural y estático hacia lo funcional y dinámico, o sea el estudio de las diferentes maneras de construir “representaciones” o modelos de las situaciones. Algunas veces influenciados por el contexto.

Las investigaciones en representaciones no solo se dedican a aspectos internos o externos sino que se relacionan con otros procesos de pensamiento y áreas de la enseñanza como el lenguaje y la matemática. Autores como Galagosky, 2003 y V Font, 2005 utilizan las representaciones para este fin. Los cognitivistas consideran la importancia de un cambio representacional como medio para lograr un cambio conceptual (Pozo, 2001).

Para ello este trabajo pretende utilizar las representaciones externas, que son aquellos medios de que se vale cada persona para representar los objetos y las relaciones que intervienen en el problema que tiene ante sí, en otras palabras estos medios pueden ser dibujos, expresiones verbales, escritos entre otros. Que para motivos de este trabajo serán las explicaciones que utiliza la estudiante sobre la fotosíntesis ya sean escritas, verbales o dibujos que son representaciones tanto pictóricas, verbales y escritas.

Al observar estas representaciones y describirlas podemos encontrar cual es el modelo explicativo o los modelos explicativos con respecto a la fotosíntesis y compararlos con los finales para poder evidenciar si es posible la evolución en alguna medida de los modelos explicativos iniciales. Todo lo anterior con la utilización de diferentes instrumentos que indagaran sobre ello.

La pregunta de investigación que guiará la investigación será *Comó evolucionan los modelos explicativos de una estudiante de la Institución Educativa centro formativo de Antioquia sobre la fotosíntesis a través de las representaciones*

*externas* y esta se apoyara de otras dos preguntas complementarias que se responderán el transcurso de la investigación.

## **2.2 PREGUNTAS DEL ESTUDIO**

¿Cuál o cuales son los modelos explicativos iniciales de una estudiante del centro formativo de Antioquia de la fotosíntesis a través de las representaciones externas?

¿Cómo evoluciona o evolucionan los modelos explicativos de una estudiante del centro formativo de Antioquia de la fotosíntesis a través de las representaciones externas?

### 3.

## MARCO TEÓRICO

### 3.1 TEORÍA DEL CAMBIO CONCEPTUAL

La historia del cambio conceptual cuenta con mas de 2 décadas de permanente investigación, tanto desde la perspectiva evolutiva como desde la instruccional, por eso diversas investigaciones desde el comienzo se encaminaron a relacionar el cambio conceptual con el cambio conceptual producido en la historia de las ciencias, autores como Giordan et al, 1998; Nersessian, 1992; Nussbaun, 1989. Pretendieron comparar las concepciones científicas de los estudiantes con las construidas a través de la historia.

La investigación en el cambio conceptual posee un gran referente epistemológico desde la filosofía de las ciencias, retoma planteamientos de autores como Khun respecto al concepto de paradigma y ciencia normal, Lakatos con sus programas de investigación, Toulmin con su perspectiva evolucionista del conocimiento.

Retomando las diversas posturas epistemológicas sobre las ciencias un grupo de investigadores retoman las ideas de Khun y Toulmin y proponen un modelo de aprendizaje conocido como de cambio conceptual. Posner, Strike, Hewson y Gertzson, 1982. Realizan esta propuesta donde consideran el aprendizaje como un cambio paradigmático del mismo modo que propone Thomas Khun para explicar la sustitución de una teoría científica por otras en su obra las revoluciones científicas. Según esto aprender ciencias significa sustituir las ideas intuitivas por las ideas científicas y el aprendizaje de las ciencias es pensado como una actividad meramente racional.

Estos autores proponen cuatro momentos para propiciar el aprendizaje por cambio conceptual: la insatisfacción, la inteligibilidad, plausibilidad, y Fructibilidad, se insiste en la necesidad de que los profesores conozcan las ideas previas de los

alumnos y propicien por medio de estrategias la creación de conflictos cognitivos entre las ideas alternativas y las ideas científicas.

Después del artículo de Posner et al (1982) el aumento de interés por trabajar en la transformación de las ideas intuitivas a las planteadas por la ciencia fue mayor (Soto, 1999). Por es razón Diversos investigadores aplicaron e interpretaron el modelo de cambio conceptual y otros como Vosniadou, 1994, Chi et al, 1994 Demastess, Good y Peebles aportaron a la teoría del cambio conceptual desde sus posturas, según estos últimos autores el MCC describe solo el proceso de intercambio conceptual mientras las ultimas aplicaciones incluyen ambas formas de reestructuración (HEWSON & HEWSON, 1992) citado por Soto ,1999.

Las nuevas propuestas y revisiones de aprendizaje por cambio conceptual no se preocupan tanto por crear conflictos cognitivos y se interesan mas por el ambiente intelectual que rodea la persona, retomando el concepto de ecología conceptual de la obra de Toulmin (1972). Que Se centra en averiguar por el papel de los compromisos epistemológicos y ontológicos además de las creencias culturales y de la influencia del lenguaje en el aprendizaje de conceptos.

La investigación en cambio conceptual tiene definido dos perspectivas claras la de la compatibilidad y de incompatibilidad del conocimiento cotidiano y científico desde la compatibilidad investigan autores como: Carey, 1985,1992; Pozo, 1999 y desde la incompatibilidad Chi, 1992; Vosniadou y brewer, 1992,1994.

Sin embargo Stella vosniadou (1994), presenta una propuesta de dualidad, donde plantea la diferenciación contextual entre conocimientos cotidiano y científico; En la medida que obedecen a estructuras teóricas fundadas desde principios ontológicos y epistemológicos inconmensurables entre sí (Soto, 1999).

La estructura nativa, actúa como referente de la manera como los individuos interpretan las observaciones e información proveniente de la cultura, en la construcción de teorías específicas y en la articulación de los conceptos sobre le

mundo físico. Es decir aquellas ideas o nociones existentes en la estructura cognitiva del individuo.

En este sentido el cambio conceptual esta mediado por el contexto y por la influencia de las creencias personales y epistemológicas que tenga la persona, El cambio conceptual esta relacionado con el proceso a través del cual teorías específicas que conforman la estructura nativa del niño, y sus conceptos embellecidos entran en “contacto con las teorías y conceptos de la ciencia. En este proceso de contacto emergen modelos sintéticos de representación mental, ya referidos previamente en (vosniadou, 1994).

La combinación de las teorías específicas y los conceptos de la ciencia crean un modelo intermedio que es útil para explicar un fenómeno determinado que es mediado por el contexto de la situación o problema a resolver.

Demastes, good y peebles (1996) afirman que el cambio conceptual es un proceso que involucra cambios holísticos diferentes de procesos graduales pero al mismo tiempo. Es posible ver el cambio conceptual como un proceso gradual, por etapas, ausente de cambios repentinos y radicales.

Del mismo modo Chi et al (1994) y Slotta et al (1995) estudian el cambio conceptual dentro de una visión de incompatibilidad entre los conocimientos del niño y los conceptos de la ciencia, esta incompatibilidad esta dada por tres dimensiones: La epistemológica, la metafísica, y psicológica.

Para Chi (1992) un cambio conceptual se refiere básicamente a como un concepto puede cambiar su significado dada la dificultad para definir el cambio de significado. Chi propone pensar en un cambio de status categórico diferenciando entre un cambio conceptual que ocurre dentro de una categoría ontológica y otro que sucede entre categorías ontológicas. El primero cambio conceptual y el Segundo cambio conceptual radical.

## **3.2 MODELOS**

### **3.2.1 ¿QUÉ ES UN MODELO?**

Los modelos mentales están definidos como formularios de representación mental que conservan la estructura del objeto que representan, los modelos son útiles en situaciones donde el conocimiento físico está implícito y necesita ser explotado, son útiles al contestar preguntas o resolver problemas o para entender una nueva información.

Los modelos mentales que tienen los individuos en un campo del saber determinado no tienen que ser técnica y científicamente correctos, para muchas personas es suficiente que el modelo que tienen les permita traducir ciertas observaciones (representaciones simbólicas), en acciones o encontrar cierta correspondencia entre sus modelos y los eventos externos. En este mismo sentido es importante destacar que los modelos mentales son dinámicos, evolucionan permanentemente al interactuar con el contexto. Son además incompletos, inestables, inespecíficos y parsimoniosos. Independientemente de estas características comunes de los modelos mentales, pueden ser usados siempre de forma adecuada (Vosniadou y Brewer 1992; Vosniadou, 1997).

### **.2.2 CUAL ES LA IMPORTANCIA DE CONOCER LOS MODELOS**

La importancia de los modelos mentales radica en que permiten conocer y traducir información implícita y que no ha sido exteriorizada. Esta información es importante para lograr una evolución conceptual entre los modelos mentales y los de la ciencia. Dada la capacidad del ser humano de manipular las representaciones simbólicas -adquiridas bien sea mediante la observación, la experimentación o la instrucción podemos traducir los eventos externos en modelos internos. El término general usado para llamar los modelos internos es el

de representaciones mentales, de las cuales Johnson-laird, 1983, identifica tres tipos:

- Las representaciones preposicionales: representaciones que pueden ser expresadas verbalmente,
- Modelos mentales: análogos estructurales de una situación del mundo real o imaginario.
- Imágenes mentales: perspectiva particular de un modelo mental.

La importancia de la utilización de los modelos se encuentra históricamente en el uso que la ciencia ha hecho de ellos para construir teorías y significados de los conceptos, por ello Los modelos mentales erróneos no son siempre fuente de error y en algunas ocasiones pueden ser mejores guías que modelos más sofisticados; Sin embargo pueden conducir obviamente a conclusiones equivocadas y a ciertas ilusiones cognitivas persistentes.

### **3.2.3 FUNCIONALIDAD DE LOS MODELOS.**

Los modelos mentales al igual que los modelos en la ciencia pueden usarse como instrumentos para ayudar a la construcción de teorías. Ellos son las fuentes de precisión y de poder explicativo y pueden usarse para pensar en nuevas hipótesis y ayudar en el descubrimiento científico.

Los modelos mentales cumplen varias funciones en el sistema cognitivo según vosniadou, (1994) se discuten importantes funciones como:

- En la construcción de explicaciones.

- Como mediadores en la interpretación y adquisición de nueva información.
- Como herramientas de experimentación y revisión de teorías.

Los modelos mentales son estructuras teóricas que dan cuenta del desarrollo conceptual. Estos modelos los cuales son representaciones análogas conservan la estructura de lo que representan. Por supuesto los modelos son construidos para tratar situaciones específicas de ahí la importancia del contexto, aunque es posible que algunos modelos mentales puedan ser guardados en el término de la memoria a largo plazo. Otra de las características que brindan funcionalidad a los modelos mentales es que estos están recubiertos por un armazón de teorías específicas y son fuentes importantes de información sobre determinados temas (vosniadou, 1994). Las teorías específicas son aquellas ideas o enunciados que dan cuenta del conocimiento implícito y que necesita ser exteriorizado.

Algunos autores defienden la importancia de conocer los modelos mentales y hablan de una reserva mental que poseen los niños y adultos, además de su importancia para el desarrollo conceptual y el cambio conceptual. Ellos también tienen algo de preedición y de poder explicativo (vosniadou, 1994).

Los modelos mentales son funcionales porque brindan información y pueden transformarse a otros más científicos.

Como lo afirma vosniadou el cambio conceptual procede a través de modificaciones graduales de un modelo mental, pasando a otros modelos bien por la vía acumulativa o por la vía del cambio la vía acumulativa implica simplemente la adición de nueva información a la ya existente.(Tamayo,2001)

### **3.3. TEORIAS IMPLÍCITAS**

Las teorías implícitas, llamadas teorías ingenuas, teorías espontáneas, teorías causales, teorías intuitivas y mal llamadas representaciones sociales o categorías naturales (pozo, 1996).

Las teorías implícitas son aquellas ideas o enunciados que poseen los individuos para explicar una teoría o concepto que se aprende implícitamente por asociación a partir de la experiencia cotidiana y que son influenciadas por el contexto de uso. La información que brindan las teorías implícitas generalmente se traduce por medio de representaciones que se activan y recuperan con distintos formatos representacionales.

Generalmente las teorías implícitas caracterizan por basarse en información de tipo episódico o autobiográfico, y ser muy flexiblemente a demandas de situaciones en que son utilizados por los individuos para buscar explicaciones causales a problemas (pozo, 1997).

#### **3.3.1 PARA QUE SIRVEN LAS TEORIAS IMPLICITAS**

Las teorías implícitas proporcionan la información sobre las representaciones o modelos mentales, Así pues los modelos mentales son un instancia representacional que media entre el conocimiento previo (teorías implícitas y las situaciones, esta relación modelos mentales y teorías implícitas incrementan probabilidad de que las personas elaboren una gran variedad de productos cognitivos en función de las situaciones.

Además las teorías implícitas son utilizadas para interpretar e inferir acerca de sucesos y planificar el comportamiento, para lo cual deben integrarse con la información proveniente de la tarea o situación que las requiere (Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993).

La utilización de las teorías implícitas requiere un cambio o transformación a una teoría explícita que debe superar ciertas características propias de las teorías implícitas:

- La capacidad de las teorías implícitas a adaptarse a las características del contexto en que son demandadas.

- Que estas son creencias sobre algo, por lo tanto, no se busca su verificación, si no que se consideran verdad al momento que son formuladas, disociándose de los datos que la generaron.

- Las personas buscan confirmar sus creencias y le dan más importancia a la información que las confirman que a las que la rechazan (Rodríguez y González, 1995).

### **3.4 REPRESENTACIONES**

El estudio de las representaciones es un tópico de investigación muy importante tanto para la psicología como para en la didáctica de las ciencias, la posibilidad de describir en forma detallada, a nivel del aula, las representaciones mentales de los estudiantes y los procesos que subyacen a ellas y a su vez de gran dificultad a medida en que integra aspectos proveniente de diferentes áreas del conocimiento (Tamayo, 2001).

Para los educadores resulta interesante estudiar sobre ellas, para describirlas y además comprenderlas, pues existen diferentes tipos de representaciones, tanto interno como en el ámbito externo, para efectos de esta investigación utilizamos las representaciones externas entendidas como las expresiones verbales, los modelos y dibujos que realizan los estudiantes y que son útiles a la hora de agrupar categorías, y facilitar análisis en estudios de esta naturaleza.

### **3.4.1 REPRESENTACIONES MENTAL O INTERNA**

Las representaciones mentales o internas son construcciones hipotéticas que tienen los sujetos para explicar o comprender un fenómeno, los cuales pueden diferir marcadamente en su contenido, mas no en su formato representacional o en un proceso en que las personas los construyen o los manipulan (Jonson-laird, 1983)

Las representaciones que los estudiantes generan para comprender una situación están determinadas por las teorías de dominio que los sujetos tienen sobre determinado conjunto de fenómenos, que a su vez, adoptarían, de forma implícita, la estructura de ciertos principios o supuestos epistemológicos y ontológicos impuestos por las teorías marco o teorías implícitas. (Pozo y Gómez creso, 1999).

Las representaciones mentales corresponden entonces a nuestras ideas sobre determinado tema o a nuestros conocimientos propios y que nos son útiles a la hora de explicar algo, resolver un problema o identificar variables pero para que esta sea explícita es necesario las representaciones externas que nos ayudan a explicar lo que queremos, ya sea de forma verbal escrita, verbal oral, o pictórica es decir mediante un dibujo o esquema lo cual permitirá al investigador encontrar explicaciones coherentes sobre el tema de estudio y a la persona estudiada expresarse de manera mas explícita.

### **3.4.2 REPRESENTACIONES EXTERNAS**

Las representaciones suelen ser consideradas la manifestación de una representación interna, pero más que una simple traducción se debe considerar como un objeto por si mismo que repercute en el aprendizaje de quien las utiliza.

Las representaciones no sólo tienen una existencia material en el sentido físico del término, sino también cobran existencia cultural y simbólica pues se constituyen como representaciones externas y públicas utilizables para construir nuevas representaciones, es decir, se convierte en artefactos culturales (Olson, 1999), que no sólo preservan, sino que también ofrecen modelos para reflexionar acerca la construcción de la representación y posibilitan la creación nuevas representaciones.

Desde esta perspectiva el trabajo con las representaciones externas posibilitan encontrar significados de lo que la persona quiere explicar y otro modo las representaciones acaban por formar nuevos uso y nuevos sistemas de representación interna (Pozo, 2000, Marti, 2000).

Para acceder a la información sobre la representación interna es necesario que el sujeto dibuje o explique una situación para que el observador pueda entender las características de su representación mental (Pozo, 2000, Marti, 2000).

En este sentido Las representaciones externas son los medios de que se vale cada persona para representar los objetos y relaciones que intervienen en la solución de un problema estos medios se pueden considerar como: dibujos expresiones verbales y modelos entre otros. La utilidad de este tipo de representaciones radica en que estas ayudan a recordar información y establecer relaciones entre los mismos.

### **3.4.3 IMPLICACIONES DIDÁCTICAS**

Desde el punto de vista cognitivo se entiende la comprensión de los alumnos en términos de representaciones, en especial representaciones internas, ya que se considera que la comprensión está relacionada con la construcción estructurada e integrada de representaciones internas, las cuales son la causa que produce en el alumno un dominio de los sistemas de representación externos que le permite

resolver las tareas escolares propuestas. El proceso de instrucción debe tener como objetivo el desarrollo de representaciones internas adecuadas y bien conectadas en los estudiantes.

Para esta investigación como lo hemos dicho en este escrito nos es útil la utilización de las representaciones externas en la medida que nos permiten obtener la información que el objeto de estudio posee en su cabeza para obviamente identificar los diferentes modelos explicativos de la fotosíntesis o de cualquier dominio de interés para el investigador interesado, en este caso para los educadores sería de gran importancia conocer, comprender e interpretar las representaciones que de alguna manera pueden incidir en el aprendizaje de los estudiantes.

El estudio de las representaciones externas cobra un papel importante no solo para este trabajo si no también por su relevancia social y educativa, no obstante adquiere su propio significado teórico.(Pozo, 2000 Marti,2000).

Otro punto sobre las implicaciones de las representaciones sobre la enseñanza de las ciencias son los diferentes estudios sobre representaciones que se han orientado hacia describir las representaciones de los estudiantes sobre dominios específicos. Tanto de orden intuitivo como las adquiridas mediante la enseñanza como lo señala en su investigación (Tamayo, 2001). La utilización de las representaciones externas es importante en la investigación en ciencias, pues estas nos ayudan a encontrar significados a las explicaciones de nuestros estudiantes, además de abordar aspectos semánticos y didácticos. Por eso indagar por la influencia de las representaciones en los procesos de aprendizaje sería importante no solo para investigadores sino también para los educadores.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVOS GENERALES**

Evidenciar la evolución de los modelos explicativos sobre la fotosíntesis de una estudiante de la institución educativa centro formativo de Antioquia, a través de las representaciones externas.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Indagar por los modelos explicativos iniciales sobre la fotosíntesis a través de las representaciones externas.
  
- Identificar la evolución de los modelos explicativos de la estudiante.

## 5. METODOLOGÍA

La investigación esta enmarcada en una metodología cualitativa etnográfica de corte longitudinal debido a la naturaleza del estudio que no es cuantificable y a la existencia de diferentes categorías. Esta centrado en el estudio de caso el cual se escoge por ser más apropiado para investigaciones de corto periodo de tiempo, este permite centrarse en casos concretos e identificar los distintos procesos que lo conforman.

El estudio de caso constituye uno de los modelos tipo- generales de investigación en las ciencias sociales (GOTEES Y LECOMPTE, 1988). El estudio de caso es el tipo de investigación mas apropiado para estudios que utilizan metodología cualitativa etnográfica por que el tipo de muestra es pequeña y se hace más fácil el análisis de los datos.

**LA POBLACIÓN.** Se define como el conjunto de individuos (personas, objetos, eventos etc.) en los que se desea estudiar el fenómeno.

Esta conformada por 40 estudiantes de 10 grado de la modalidad de ciencias químicas de la institución centro formativo de Antioquia de Medellín.

**LA MUESTRA.** Definida como el número de casos extraídos de la población.

La muestra es de corte intencional para ello Se escogió una niña para desarrollar el estudio y para seleccionar la muestra se tomaron en cuenta parámetros como el rendimiento académico, disponibilidad, respuestas a un pretest.

Para la recolección de la información se utilizan diferentes instrumentos por medio de los cuales se constato la información en total 4 cuestionarios (ver anexos).

El estudio se realizo en dos momentos

- 1- Un momento inicial donde se aplica a la muestra un cuestionario de modelos explicativos iniciales.

- 2- Un momento final donde se aplico un instrumento para identificar la posible evolución de modelos explicativos sobre la fotosíntesis.

Luego de terminar con la recolección de los datos se procedió a una tabulación de los datos y luego realizar los análisis pertinentes.

Se construyeron unas fichas con las respuestas a los diferentes cuestionarios, en total eran 16 preguntas de 4 cuestionarios que nos sirvieron para identificar la categorías mas relevantes y se elaboran unas redes sistémicas (Bliss, Monk y Ogborn, 1983). Ver red sistémica en (anexos).

La investigación se centro en el análisis de las representaciones externas (verbales escritas, verbales orales y pictóricas) se encontraron dos categorías comunes en los tres tipos de representación que corresponden a dos modelos explicativos utilizados para explicar la fotosíntesis el celular y el ecosistemico y de cada uno de ellos dos subcategorías que corresponden a explicaciones de orden funcional y estructural. Los parámetros utilizados para seleccionar las categorías y subcategorías correspondieron a la literatura y el caso de las subcategorías funcional y estructural se agruparon por las diferentes respuestas a los cuestionarios, en el caso funcional se tomo en cuenta si la estudiante hacia mención y especificaba la función, y en el caso estructural si especificaba estructuras como se puede observar en la tabla 1(ver anexos).

## 6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Para el análisis de la información se tuvieron en cuenta todas las preguntas de los cuestionarios pero para evidenciar un posible evolución de los modelos explicativos se analizaron las respuestas de los cuestionarios 1 y 4 (ver anexos).

### 6.1 ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

¿Cuál es la principal función de la fotosíntesis?

Antes	Después
Por medio de la energía química “extraída” → del sol llevar a cabo reacciones con las cuales además de producir la clorofila, produce la “transformación” de CO <sub>2</sub> (dióxido de carbono en oxígeno para poder respirar.	La principal función de la fotosíntesis es, por medio de la captura de energía de luz, transformarla en energía química. Cabe anotar que prácticamente toda la energía que consume la vida de la biosfera- la zona del planeta en la cual hay vida- procede de la fotosíntesis.

Vemos que en sus **respuesta inicial** ella menciona la energía solar y, además específica como función la de producir diferentes reacciones, menciona la clorofila pero no especifica su función, menciona el CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> pero no especifica su función.

De acuerdo a las categorías y subcategorías encontradas podemos ver que su modelo explicativo se centra en aspectos considerados por esta investigación y de acuerdo a algunos textos como celular.

En la respuesta final la estudiante elabora explicaciones donde combina aspectos celulares con aspectos ecosistémicos como en el siguiente enunciado “*cabe anotar que toda la energía que consume la biosfera, procede de la fotosíntesis*”

Ya no considera solo aspectos del desarrollo de la fotosíntesis sino, que considera aspectos importantes del orden ecosistémico como: Especifica y hace mención de la función de la fotosíntesis como” vía de entrada de la energía a la biosfera., Señala la regulación de  $O_2$  y  $CO_2$  en la atmósfera.

Se entiende que Ana María utiliza diferentes explicaciones las cuales pueden ser estables e internamente coherentes (Vosniadou, 1992) esta autora reconoce que el conocimiento conceptual no está fragmentado e inconexo; Al parecer trata de elaborar explicaciones coherentes entre su experiencia cotidiana y la información que ha recibido en su paso por la escuela, como podemos ver en este caso la información recibida por docentes o la consulta de textos de biología y al parecer la lectura de un documento sobre la fotosíntesis puede haber incidido en su respuesta final.

¿Enumera en orden de importancia todos los requerimientos esenciales para que se lleve a cabo el proceso de fotosíntesis?

Antes	Después
<ul style="list-style-type: none"><li>• Recepción de la luz solar</li><li>• Transformación de esa luz en energía química</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Organismos que contengan células de empalizada, parénquima esponjoso, estomas.</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reacciones entre moléculas(gracias a esa energía)</li> <li>• Recepción absorción del co2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cloroplastos y este contiene clorofila y enzimas.</li> <li>• Energía solar</li> <li>• Dióxido de carbono</li> </ul>
--	--

Consecuentemente con lo descrito anteriormente en la **respuesta inicial** la estudiante considera como esencial la luz solar y como segundo la transformación de energía química en energía solar y de acuerdo a la matriz interrelacionar ver tabla 1(anexos).Menciona la energía solar y especifica su función, menciona la existencia de reacciones química pero no especifica cuales. Un aspecto a resaltar es que no tiene en cuenta los cloroplastos los cuales contienen el pigmento llamado clorofila y al agua.

Su explicación se entiende desde lo celular al contrario que en su respuesta final donde parte de la importancia de organismos específicos, como se ve en la respuesta a una pregunta del cuestionario # 3 ¿estas de acuerdo que todos los organismos realizan fotosíntesis? *“No ya que el proceso solo es posible con organismos que posean clorofila como plantas verdes, algas y bacterias”* al igual que esta pregunta en su **respuesta final** en la pregunta de cuestionario 4 ya no solo considera aspectos en el ámbito de factores, sino que reconoce la importancia de células especializadas, los cloroplastos y la clorofila presente en organismos especializados considerado importante en un modelo explicativo ecosistemico.

Marca con una f o v los siguientes enunciados y explica tu respuesta.

- La fotosíntesis es un proceso inverso a la respiración en los animales

- Para que se lleve a cabo la fotosíntesis es necesario la existencia de cloroplastos

ANTES	DESPUES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• (F) por que no equivale sino que colabora al proceso de respiración de los animales</li> <li>• (V) Por que ellos absorben el calor recibido de la luz del sol y este es el que transforman en energía química y la cual hace que las moléculas reaccionen y sigue el ciclo. Explicado en puntos anteriores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (F) Porque al decir que es equivalente, trata de decir que es igual y no lo es, debido a que en la fotosíntesis se produce energía química y además entra en la hoja, por medio de los estomas, dióxido de carbono y al realizarse el proceso de combinación con agua y nutrientes se forma azúcar; en cambio en los animales es al contrario ellos absorben oxígeno y expulsan dióxido de carbono</li> <li>• (V) Porque en los cloroplastos se encuentra la clorofila y esta es necesaria para el proceso de fotosíntesis ya que esta es la que se encarga de absorber la luz solar para realizar este proceso.</li> </ul>

En sus respuestas tanto la inicial como la final ella distingue perfectamente la diferencia de los dos procesos, además compara los productos que se obtienen en cada uno de ellos; su explicación se enmarca en un modelo ecosistémico y celular

en la dos respuestas, pero que es mas elaborado en su respuesta final al comparar sus respuestas ver (anexos) tabla1 y 2

Con respecto a la segunda pregunta sobre la existencia de los cloroplastos en sus respuesta inicial considera como verdadero la importancia de los cloroplastos su respuesta se enmarca en un modelo explicativo desde lo celular al mencionar la función de los cloroplastos y mencionar la luz solar y la existencia de reacciones lo que llama la atención es que en la primera pregunta sobre la principal función no los tiene en cuenta ver tabla 1(anexos).

En su respuesta final menciona los cloroplastos y especifica su función “*como necesaria para el proceso de fotosíntesis ya que esta es la que se encarga absorber la luz solar*” su respuesta no varia con respecto a la primera, su explicación es desde un modelo celular desde lo funcional y lo estructural.

En la pregunta 4 del cuestionario 1 y 4 se le pidió al estudiante que elaborar un representación grafica del proceso dela fotosíntesis y adema dar su explicación ver dibujo 1 y 2

¿Elabora un dibujo que represente el proceso de la fotosíntesis?

En la representación inicial (ver figura 1) la estudiante elabora un explicación donde involucra aspectos desde celular y lo ecosistemíco involucra aspectos como la respiración, el aporte de  $O_2$  a la atmósfera, la luz solar, la transformación de  $CO_2$  etc.

En la representación final ella considera (ver figura 2) aspectos a nivel micro al considerar el proceso por estructuras al hacer referencia a la hoja como lugar especifico del proceso, además hace mención de los estomas. Igualmente retoma explicaciones desde el modelo celular y ecosistemico.

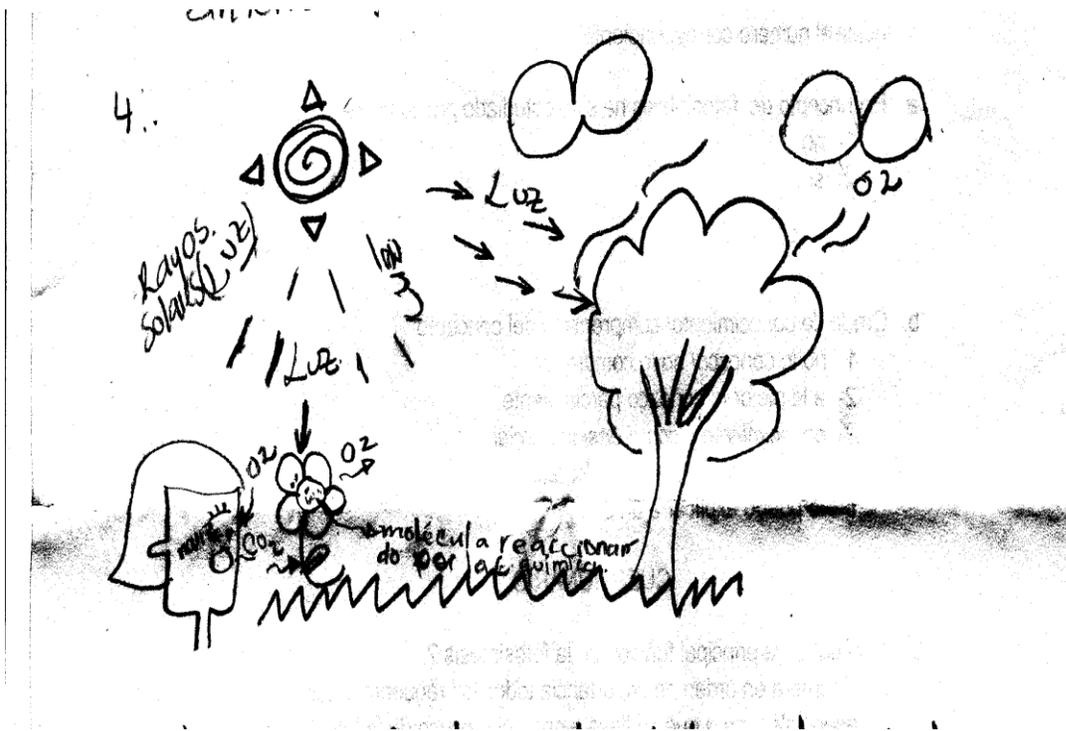


Figura 1

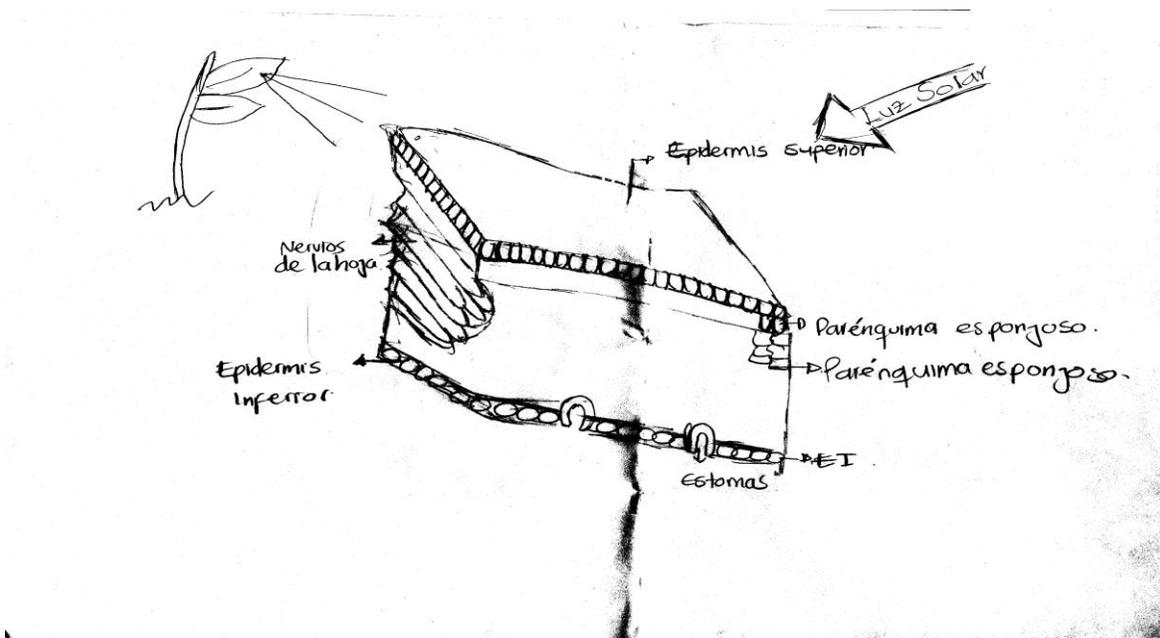


Figura 2

## 6.2. COMO EVOLUCIONA EL MODELO EXPLICATIVO DE LA ESTUDIANTE

De acuerdo al análisis de las categorías de representaciones externas y a los dos modelos explicativos utilizados por la estudiante que en algunas preguntas eran complementarios como lo vimos antes consideramos algunos aspectos de la posible evolución de sus explicaciones.

### ASPECTOS CONSIDERADOS COMO MUESTRA DE LA EVOLUCION

- Menciona la importancia de los cloroplastos y la clorofila y además da una explicación sobre su función en el proceso de fotosíntesis
- Menciona el oxígeno y dióxido de carbono y sus funciones en el proceso de fotosíntesis  $O_2$  como producto y  $CO_2$  como reactante.
- Considera la fotosíntesis como responsable de la entrada de energía a la biosfera
- Menciona y especifica la importancia de agua en el proceso de la fotosíntesis como reactante junto al dióxido de carbono.
- Menciona estructuras claves en el proceso de fotosíntesis como hojas, estomas, raíces.
- Reconoce que para que se el proceso de la fotosíntesis es necesario organismos especializados como las plantas verdes, algas, bacterias, algas

### ASPECTOS QUE NO EVOLUCIONARON O ESTATICOS

- La función de la fotosíntesis como productor
- La importancia de la energía solar y su función
- La realización de ciertas reacciones pero sin especificar cuales se daban

La utilización de diferentes modelos explicativos es reconocida por diferentes autores que aseguran que su utilización depende del contexto y otros de la modificación de creencias de los alumnos y supuestos epistemológicos (Vosniadou,1994) lo que si es evidente en este trabajo es que la estudiante utiliza dos modelos claros el celular y el ecosistemico que en algunas preguntas combina y en otras utiliza uno de los dos, la evolución se da en la medida que modifica alguno de los dos ya sea por la vía del cambio o de modificaciones graduales (vosniadou,1994). Según Pozo, 1999 considera que para que se una evolución, se requieren construir estructuras conceptuales mas compleja a partir de otras mas simples.

En concordancia con los análisis vemos que el modelo explicativo de la estudiante sobre la fotosíntesis puede llegar a evolucionar de tres maneras; la modificación gradual o la del cambio de algunos enunciados de sus respuestas, la combinación de varios submodelos en un mismo modelo explicativo, y las explicaciones dependientes del contexto de la pregunta en cuanto al espacio y al tiempo en este sentido retomamos lo expuesto por Vosniadou (1994), los estudiantes tratan de hacer síntesis coherentes entre su experiencia cotidiana y la información que reciben de los adultos pensamos que la consulta de libros de texto, y consulta con pares incide en algún grado en la evolución de las explicaciones.

## 7. CONCLUSIONES

Debemos aclarar que este trabajo pretende ser exploratorio en el sentido que se planteo un objetivo principal sobre la evolución de los modelos explicativos de la fotosíntesis no pretendemos concluir, mas bien describir aspectos relevantes de la investigación que pensamos son importantes para los lectores y pueden servir para posteriores estudios.

Para iniciar podemos decir que la utilización de las representaciones externas puede ser muy útil en posteriores trabajos sobre la evolución representacional involucrando a los modelos explicativos como fuente de información como se utilizaron en este trabajo, ya que Las diferentes ideas y enunciados de la estudiante sirvieron para la elaboración de un modelo explicativo coherente que utilizo según la pregunta y el momento.

Se puede concluir que en algunas explicaciones ana Maria combina dos modelos claros en sus respuestas el ecosistémico y el celular con aspectos tanto estructurales y funcionales que se van modificando en el transcurso de la presentación de los cuatro cuestionarios aplicados.

La influencia de los textos escolares y la consulta a los pares influyen sobre la evolución de algunas explicaciones que realiza la estudiante al ser evidentes modificaciones en sus respuestas agregando aspectos no considerados anteriormente.

Entre las limitaciones que puede tener esta investigación se encuentran el tiempo de ejecución fue corto debido a que el periodo de investigación se limita aun año.

La utilización de un solo tipo de instrumento dejando de lado las entrevistas u otro tipo de instrumentos

La ausencia de una contrastación de los resultados con otra muestra y en otro lugar.

Generar estrategias que permitan la evolución de los modelos explicativos sobre los diferentes conceptos de las ciencias naturales.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

ASTUDILLO POMBO, H Y GENE DUCH, A. M. Errores conceptuales en biología. La fotosíntesis de las plantas verdes. En: Enseñanza de las ciencias, p15-16, 1983.

CAÑAL, Pedro. La Enseñanza del campo conceptual de la Nutrición vegetal de las Plantas Verdes: Un estudio didáctico en la educación básica. Tesis doctoral. Departamento en didáctica de las ciencias. Universidad de Sevilla. 1990

CARRASCOSA, J. Errores conceptuales en la Enseñanza de las ciencias. En: Enseñanza de las ciencias. V.1, n.1, P 63-65, 1985.

GALLEGO Cazares, y Jerezano silis. Alternativas Experimentales para la construcción del concepto de fotosíntesis. En Enseñanza de las ciencias,10 (3) 3y 4 3 y2 1992

GONZALES, C.GARCIA, S Y MARTINEZ, C. Concepciones de los alumnos de Bachillerato acerca de la Función de los Gases en el proceso de Fotosíntesis. La Didáctica de las ciencias. Tendencias actuales p.335-344 Universidad de Coruña. 1998.

GRECA, T y MOREIRA, M. Modelos Mentales, Modelos Conceptuales y Modelización. En: Cad Catarrisense de la Enseñanza de la Física, v.15, n.2, p 107-120.

JORBA, Jaime y SANMARINI, Neus. Enseñar, aprender y evaluar, un proceso de regulación continua. Ministerio de ed y cultura.Barcelona.1994 p.319p.

KUHN, T. S. La estructura de las revoluciones científicas, México: Fce 1971.

Posner, G, Strike, K, Hewson, p. and Gertzog, w. Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. Science Education.Vol 66(2), p.211-227, 1982.

POZO, J.T Sobre las relaciones entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico: Del cambio conceptual a la integración jerárquica.En: Enseñanza de las ciencias. Numero Extra.Junio.1999.

POZO, J.I. y RODRIGO.MJ. Del cambio de contenido al cambio representacional en el conocimiento conceptual En: Infancia y aprendizaje. 24(4) 407-423.2001.

POZO, J.I MARTI. E. Más allá de las representaciones mentales: la adquisición de los sistemas externos de representación En: Infancia y a Aprendizaje p.90, 11-30.2000.

SOTO, Carlos. Metacognición, Cambio Conceptual y Enseñanza de las Ciencias. Tesis. Universidad de Antioquia.1999. Pág. 119-125.

TAMAYO, A, O Estudio multidimensional de las representaciones mentales de los estudiantes, Aplicación al concepto de respiración. En: Revista la revista latinoamericana de ciencias sociales. Niñez y juventud, val. I # 1 (enero-junio P 181-205)2003.

TAMAYO, A. O Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional. Aplicación. Al concepto de respiración. Tesis doctoral. Universidad Autónoma en Barcelona.2001.

TAMAYO, A. O y SANMARTI P, Neús. Evolución conceptual del concepto de respiración desde la perspectiva del modelo cognoscitivo de ciencia. Memorias de investigación.2003.

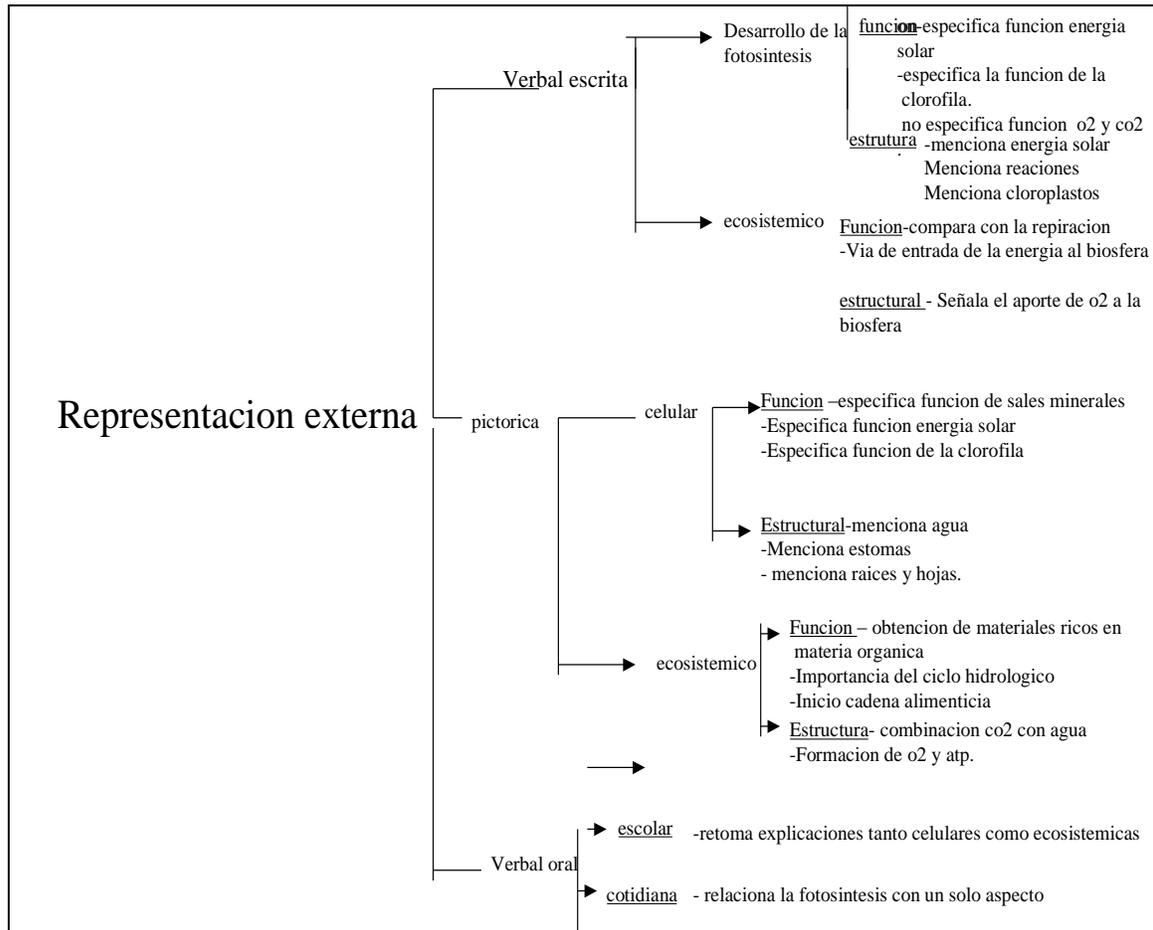
TOULMIN, S La Comprensión Humana. V 1: Universidad de princeton: universidad de princeton.

VOSNIADOU, S y BREWER R, W. Mental Models of the day, nighth cycle. Cognitive science. Vol.18, p. 123-183.1994.

VOSNIADOU, S .Capturing and modeling the process of conceptual change. En: Learning and Instruction. Vol. 4, p.45-69.

# ANEXOS (1)

## RED SISTEMICA GLOBAL



TABLAS 1 Y 2

CUESTIONARIO		A	B	C	D
NIVEL ECOSISTEMICO	ESPECIFICA FUNCION DE PRODUCTOR	NO	NO	NO	NO
FUNCION	COMPARA CON LA RESPIRACIÓN	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
	VIA DE ENTRADA DE ENERGIA AL BIOSFERA	NO	NO	SÍ	SÍ
	SEÑALA EL APOORTE DE O2 ALA ATMOSFERA	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
	MENCIONA H2O	NO	NO	SÍ	SÍ
ESTRUCTURA	MENCIONA RAICES, HOJAS Y ESTOMAS	NO	NO	NO	SÍ
	MENCIONA PLANTAS VERDES, ALGAS ETC.	NO	NO	SÍ	NO
	OBTENCIÓN DE MATERIALES RICO EN NUTRIENTES	NO	NO	SÍ	SÍ

questionario		A	B	C	D
Nivel celular	ESPECIFICA LA FUNCION DE ENERGIA SOLAR	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Función	ESPECIFICA FUNCION DE LA CLOROFILA	NO	SÍ	SÍ	SÍ
	ESPECIFICA FUNCIÓN DEL O2 Y CO2	NO	NO	NO	NO
estructura	MENCIONA LA ENERGIA SOLAR	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
	MENCIONA REACCIONES QUÍMICAS	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
	MENCION AL IMPORTANCIA DE LOS CLOROLASTOS Y LA CLOROFILA	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
	MENCIONA ELO2 Y EL CO2	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ

## CUESTIONARIOS

### CUESTIONARIO # 1 Y 4

1. ¿Cuál es la principal función de la fotosíntesis?
2. Enumera en orden de importancia todos los requerimientos esenciales para que se lleve a cabo el proceso de la fotosíntesis.
3. Marca con **F** o **V** los siguientes enunciados, y explica tu respuesta:

\_\_La fotosíntesis es un proceso equivalente a la respiración en los animales

\_\_Para que se lleve a cabo la fotosíntesis es necesario la existencia de cloroplastos.

4. Elabora un dibujo que represente el proceso de la fotosíntesis y explícalo.

## CUESTIONARIO # 2

1. ¿Por qué es importante comprender el proceso de fotosíntesis?
2. ¿Cuál es el concepto central del proceso fotosintético?
3. ¿Qué requisitos deben poseer los organismos fotosintetizadores?
4. ¿Qué condiciones se deben dar para que un proceso sea considerado como anabólico?

## CUESTIONARIO # 3

1. ¿Por qué la fotosíntesis es considerada como un proceso fundamental para los seres vivos?
2. ¿Por qué crees que la fotosíntesis desempeña una función energética?
3. ¿Estas de acuerdo con que todos los organismos realizan fotosíntesis?
4. Realiza una representación o esquema del lugar dentro de las células donde se realiza la fotosíntesis.