



DIAGNÓSTICO DE LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO FOTOSÍNTESIS POR PARTE DE LA DOCENTE DE CIENCIAS NATURALES DEL GRADO SEXTO¹

*Diagnosis of the teaching of the photosynthesis concept by the
teacher of Natural Sciences of the sixth grade*

Kelly Johanna Arias Suárez² - Dennys Yolanda Gualdrón Vivas³ -
Yurley-Karime Hernández⁴ - Laura Barrera⁵

-
- 1 Capítulo resultado de investigación del proyecto "Secuencia didáctica para la enseñanza del concepto fotosíntesis en el Instituto Agrícola Risaralda", con el apoyo y acompañamiento de la Maestría en Educación de la Universidad Simón Bolívar, Sede Cúcuta – Colombia.
 - 2 Magíster en Educación. Licenciada en Biología y Química. Docente de Básica. chainbroken@hotmail.com
 - 3 Magíster en Educación. Especialista en Bioquímica. Licenciada en Biología y Química. Docente de Básica secundaria. d.gualdron@unisimonbolivar.edu.co
 - 4 Doctora en Educación. Magíster en Educación. Licenciada en Biología y Química. Coordinadora de los semilleros de investigación de la Universidad Simón Bolívar. y.hernandez@unisimonbolivar.edu.co. <https://orcid.org/0000-0002-0798-5178>
 - 5 Doctora en Educación. Magíster en Educación. Licenciada en Biología y Química. lbarrera@unisimonbolivar.edu.co. <https://orcid.org/0000-0002-6572-0469>

RESUMEN

El presente capítulo pretende mostrar un diagnóstico sobre la enseñanza del concepto fotosíntesis realizado a una docente de ciencias naturales en una institución específica; con el fin de identificar elementos que permitieron analizar el proceso educativo que se lleva a cabo en el aula. Este concepto es de interés ya que involucra la realización de procesos biológicos, químicos y físicos que se dan en el mundo natural, generando una mayor comprensión de los sucesos naturales y su relevancia para la vida. Este concepto adquiere mayor grado de complejidad a medida que los estudiantes inician su estudio en educación básica primaria y se profundiza en el grado sexto de secundaria, donde se asume que dicho concepto debe ser comprendido con claridad por los estudiantes. El fundamento teórico de la presente investigación se enmarca en los postulados propuestos por Husserl, Shulman, Perkins, Ausubel, Tobón y Díaz-Barriga. La investigación se sustentó desde el paradigma histórico – hermenéutico con un diseño fenomenológico. Para la recolección de información se usaron las técnicas: Observación no participante y entrevista semiestructurada, cuyos resultados se convirtieron en la base para comprender el entramado teórico-empírico que se da dentro de un contexto educativo para la enseñanza del concepto fotosíntesis.

Palabras clave: enseñanza, didáctica, epistemología, ciencia, fotosíntesis

ABSTRACT

This chapter aims to show a diagnosis about teaching the concept of photosynthesis to a teacher of natural sciences in a specific institution; in order to identify elements that allowed analyzing the educational process that takes place in the classroom. This concept is of interest because it involves the realization of biological, chemical and physical processes that occur in the natural world, generating a greater understanding of natural events and their relevance to life. This concept acquires a greater degree of complexity as students begin their study in primary basic education and deepens in the sixth grade of secondary school, where it is assumed that this concept must be clearly understood by students. The theoretical basis of this research is framed in the postulates proposed by Husserl, Shulman, Perkins, Ausubel, Tobón and Díaz Barriga. The research was based on the historical - hermeneutic paradigm with a phenomenological design. The following techniques were used for the collection of information: Non-participant observation and semi-structured interview, whose results became the basis for understanding the theoretical-empirical *framework* that occurs within an educational context for teaching the concept of photosynthesis.

Keywords: teaching, didactics, epistemology, science, photosynthesis.

1. INTRODUCCIÓN



La enseñanza tiene un componente epistémico que fundamenta la construcción del conocimiento científico en el tiempo, permitiendo un proceso de transposición del saber sabio al saber enseñado, a través del cual se buscan las formas de enseñar, que le permitan al estudiante contextualizar el conocimiento en su realidad.

Tanto en la ciencia como en la epistemología, el conocimiento científico es un elemento protagonista, ya que la epistemología hace un estudio crítico del valor y objetividad del conocimiento, y la ciencia, por su parte, se encarga de la aplicación de métodos para la producción de dichos conocimientos. Esta distinción es importante por dos cosas: primero, porque identifica un método para construir el conocimiento, y segundo, porque nos deja analizar las fuentes que permiten originar el conocimiento, configurando una determinada visión de ciencia. Entonces, la visión de ciencia determina, por ejemplo, asumir estrategias centradas en la transmisión-recepción o en visiones de ciencia constructivistas, en donde se apoya el aprendizaje significativo. En este sentido, la visión de ciencia del docente, permea indudablemente la forma en que enseña ciencias, la cual es coherente también con la concepción que tenga del aprendizaje.

El resultado del diagnóstico realizado a la docente de ciencias naturales para la enseñanza del concepto fotosíntesis, muestra que existe un inadecuado abordaje histórico del concepto, una concepción limitada de la ciencia, una limitación en el uso del libro de texto, y una sobrevaloración de la evaluación sumativa, más que la formativa. De igual manera se resalta el uso de las estrategias, recursos didácticos, modelo de enseñanza empleados por la docente, en donde se analizó la explicación verbal o expositiva que este asumió al momento de enseñar el concepto. A partir de estos elementos de análisis, se pudo identificar fortalezas y algunos

aspectos a mejorar, con los cuales se pudo conocer los procesos educativos que se dan en el aula de clases.

1.1. Fundamentación Teórica

La enseñanza es un proceso dinámico y progresivo en el cual existe una interacción entre tres componentes claves: el docente, el estudiante y el conocimiento. Sobre el docente recae la actividad de enseñar, sin embargo, para que esta actividad sea exitosa, es necesario que haya una aptitud adecuada por parte del estudiante y una disponibilidad de información científica que sustente todo el proceso.

Lo anterior, permite identificar la acción del docente (el que enseña) como un engranaje esencial que conecta el conocimiento (lo que se enseña) con el estudiante (a quien se enseña). En el caso de las ciencias naturales, existen lineamientos curriculares propios que sugieren pautas para su enseñanza, pero es el docente quien debe tener en cuenta las distintas particularidades que pueden darse en el proceso educativo (ente territorial, características familiares, cantidad de estudiantes, disponibilidad de recursos, etc.) para contextualizar su quehacer docente y garantizar una mejor comprensión de lo que enseña.

También es importante tener en cuenta, las formas de enseñanza que subyacen en el quehacer docente, dentro de las cuales se esbozan algunas generalidades como: ciencia, epistemología y su relación con los elementos que interactúan en la construcción del conocimiento científico y los métodos que, en la historia, han permitido organizar un constructo de saberes que hoy en día son usados por los docentes para fundamentar los contenidos en la escuela. A su vez, es importante resaltar que existen diversas visiones de ciencia que posiblemente están presentes en las aulas de clase al momento que el docente ejerce su acción de enseñanza, repercutiendo sin duda en el aprendizaje de los estudiantes.

Así mismo, la forma en que se obtiene el conocimiento científico es un aspecto importante de analizar en el contexto educativo, ya que la percepción del docente sobre la naturaleza del conocimiento le proporciona una visión de ciencia que subyace en su acción didáctica, y a su vez, esta misma visión es transmitida y asumida como válida por los estudiantes. La visión que tenga el docente sobre la ciencia, es decir sus preconcepciones al respecto, influyen en la elaboración de planes curriculares que son llevados al aula durante su práctica pedagógica. Existen diversas investigaciones en didáctica cuyos resultados muestran “la necesidad de cuestionar y modificar las “teorías implícitas” del profesorado acerca de cómo aprenden los alumnos y de cuál es la naturaleza del conocimiento científico, para que las propuestas de enseñanza puedan ser llevadas correctamente a la práctica” (Fernández *et al.*, 2002). Es por ello que el resultado de este diagnóstico permite reflexionar sobre el quehacer docente en el aula y cómo este debe tener en cuenta aspectos, históricos, epistemológicos y didácticos al momento de enseñar ciencias.

1.2. Fundamentación Metodológica

La investigación se fundamentó en el paradigma histórico-hermenéutico, desde Cifuentes (2011); la metodología cualitativa de acuerdo con Martínez Miguélez (2004); y un diseño fenomenológico, según Maykut y Morehouse (1994). El diseño fenomenológico permite hacer un análisis de la realidad como algo cambiante, en construcción constante, en donde los sujetos son capaces de modificarlo y darle su propio significado. “Si el conocimiento es construido, entonces el conocedor no puede separarse totalmente de lo que es conocido, el mundo es co-constituido” (Maykut y Morehouse, 1994), es decir, no hay objetividad, pues el investigador modifica lo que estudia al interactuar con el objeto de estudio y, a su vez, los sujetos que viven el fenómeno son los que le dan sentido a su experiencia, en otras palabras, el análisis de fenómenos está inmerso en el significado que le dan las personas que lo viven.

En este sentido, se diagnosticó la enseñanza del concepto fotosíntesis en una docente del área Ciencias Naturales del grado 6°. En primera instancia, se usó la técnica de la observación no participante, con el propósito de identificar la didáctica específica empleada por la docente. Y posteriormente, se empleó la técnica de entrevista semi-estructurada, con el fin de identificar elementos que permitan conocer cómo la docente maneja aspectos epistemológicos e históricos del concepto fotosíntesis, qué estrategias de enseñanza usa para promover el aprendizaje, qué tratamiento le da a los libros de texto que usa, a qué modelos explicativos recurre en sus clases, cómo concibe la evaluación, y además, si como investigador pedagógico conoce el medio donde realiza su actividad formadora.

1.3. Presentación y Análisis de Resultados

Para analizar la enseñanza del concepto fotosíntesis por parte de la docente, se usó la información suministrada por la técnica de observación no participante y la entrevista semi estructurada. Después de la triangulación de estas dos técnicas, los datos se registraron en un diario de campo y en una matriz de sistematización. El proceso de triangulación permitió determinar los diferentes puntos de encuentro para cada una de las unidades de análisis de la categoría inductiva Enseñanza, las cuales fueron codificadas; permitiendo así que surgieran los siguientes elementos de análisis que sirvieron para diagnosticar la enseñanza del concepto fotosíntesis de la docente de Ciencias Naturales:

2. INADECUADO ABORDAJE HISTÓRICO DEL CONCEPTO Y CONCEPCIÓN LIMITADA DE LA CIENCIA POR PARTE DE LA DOCENTE

La historia y la epistemología han realizado aportes significativos a la enseñanza de las ciencias, convirtiéndose en uno de los principales elementos para la fundamentación y análisis de las diferentes disciplinas del saber. De allí que sea tan importante reconocer la importancia del

uso histórico – epistemológico de un concepto y la visión de ciencia que posee el docente para el proceso de enseñanza - aprendizaje.

A partir de la subcategoría teórica llamada, Postura epistemológicas del (la) docente respecto al concepto fotosíntesis, surgieron las Categorías Axiales: *Abordaje histórico inadecuado y concepción limitada de la ciencia*; donde se evidenció que la docente tiene dificultades para realizar una aproximación a la construcción del concepto fotosíntesis. Esto se evidencia en las respuestas dadas por la docente a la pregunta ¿Durante el desarrollo de sus clases, tiene en cuenta dar a conocer a sus estudiantes un breve recuento histórico del concepto fotosíntesis?, a lo que la docente respondió: “...es importante en un desarrollo de clase, dar los conceptos previos... se debe tener en cuenta los conocimientos previos y hacerles una breve inducción sobre la Temática” (ED1-1). A partir de la respuesta de la docente, se pudo identificar que confunde el recuento histórico del concepto fotosíntesis con la indagación de ideas previas de los estudiantes respecto al mismo concepto, lo que podría significar que la docente no entendió la pregunta o desconoce cómo se desarrolló históricamente el concepto en mención. Sin embargo, al realizar la pregunta: ¿Al momento de planear sus clases, tiene en cuenta las actualizaciones que ha sufrido el concepto fotosíntesis?, la docente indicó,

... hay que tener en cuenta esas actualizaciones, porque muchas veces otros medios como el internet u otros recursos que ellos pueden encontrar, les pueden ofrecer esa información y no de una manera asertiva, entonces para mí es importante actualizarme y sí, dentro de las planeaciones tengo en cuenta esas actualizaciones (ED1-2).

Aunque la docente expone que sí tiene en cuenta las actualizaciones del concepto, se pudo identificar que desconoce los principales momentos en los que se construyó el concepto fotosíntesis. Esto se corroboró durante la observación, ya que la docente no realizó un acercamiento a

la construcción del concepto fotosíntesis en ninguno de los momentos de la clase, es decir, ni al inicio, desarrollo o cierre de la temática; enfocándose especialmente en la identificación de las ideas previas de los estudiantes y en el uso de recursos didácticos.

De acuerdo con Díaz (2012):

la historia y la epistemología de las ciencias en la enseñanza del concepto de fotosíntesis permite no solo un acercamiento a los procesos de construcción y validación del conocimiento científico, sino que también permite un análisis de maneras distintas de abordar y significar el concepto de fotosíntesis (p.5).

Es por ello que, si no se reconocen los mínimos soportes histórico-epistemológicos que sustentan el proceso fotosíntesis, desde la teoría del "Humus" tan defendida en la época de Aristóteles e Hipócrates, el reconocimiento de la importancia de las plantas en el ciclo de la materia y la energía, por Julius Robert Mayer, hasta la formalización de su ecuación como la conocemos hoy, por Van Niel; todos los vacíos que tenga el docente al respecto, serán generados en los estudiantes.

Por otro lado, se resalta la concepción de ciencia de la docente, la cual es concebida "como aporte a la transformación de la humanidad". Esta concepción de ciencia por parte de la docente, dista del verdadero Humanizar de las Ciencias, ya que no reconoce las dificultades que han tenido los científicos en la construcción del conocimiento; lo cual no se observó o evidenció en las clases de la docente, puesto que no hizo al menos, un breve recuento histórico para la construcción del concepto fotosíntesis. Esto se puede evidenciar en la pregunta, ¿Qué es ciencia para usted y cómo se ha construido la ciencia en el tiempo?, a lo que la docente respondió...

Ciencia es transformación, todo es ciencia, todos los procesos son ciencia, la transformación del mundo, las transformaciones del ser humano, las transformaciones del día a día sufren... son transformaciones, transformaciones de procesos, transformaciones a medida que el ser vivo transforma su cuerpo, transformaciones en cada paso que el ser vivo pueda dar (ED1-3).

Por ello, es importante que se resalte que “hacer ciencia” es una actividad llevada a cabo por seres humanos y por ende los resultados pueden ser diferentes y cuestionables, alrededor de los cuales se pueda reflexionar, especialmente en clases; tal como lo enuncia Matthews, citado por Díaz (2012), “convertir el aula en un escenario para organizar experiencias, es decir, el aula se convierte en un espacio donde confluyen los intereses tanto de los docentes como de los estudiantes, lo cual facilita la comprensión del concepto de fotosíntesis y sus diferentes procesos” (p.5). De allí que articular el uso histórico – epistemológico del concepto fotosíntesis con el papel que juega la ciencia en dicho proceso, sea indispensable para lograr un aprendizaje significativo, ya que permite que los estudiantes reconozcan las dificultades que los científicos, han tenido para la construcción del conocimiento.

Por otro lado, en la subcategoría teórica, Estrategias de enseñanza para promover el aprendizaje surgieron las siguientes categorías axiales; ***Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales***, integrando las características del modelo didáctico de la enseñanza de las ciencias empleado por la docente, permitiendo visualizar una panorámica amplia del cómo, el para qué y el porqué de las discusiones del proceso de enseñanza observado en las aulas de clase. Otra categoría Axial es: ***Recursos didácticos en el proceso de enseñanza, interdisciplinariedad, Confusión entre estrategias y recursos didácticos, Experiencias contextualizadas***. Cada uno de los aspectos que recogen las anteriores categorías axiales, surgieron de las unidades de análisis del

diario de campo y la entrevista que en conjunto permitieron reconocer un segundo diagnóstico de la enseñanza de la docente ciencias naturales, el cual se describe a continuación.

3. ESTRATEGIAS USADAS POR LA DOCENTE, RECURSOS DIDÁCTICOS Y MODELO DE ENSEÑANZA

Cuando se observa la acción de enseñar, se reconocen diversos factores que están imbricados en el proceso educativo, en el cual se llevan a cabo actividades que de acuerdo a su significatividad y la disposición del que aprende, pueden generar aprendizajes significativos que sirvan para responder a las exigencias del entorno y a resolver problemas cotidianos del contexto. De allí, que sea tan importante que se reconozca la didáctica del docente, específicamente el modelo de enseñanza que emplea, el tipo de estrategias que usa, así como los recursos que maneja dentro de su visión de ciencia. Sin embargo, en la mayoría de los casos estos conceptos son confundidos, no se reconocen o no son adecuadamente empleados.

A continuación, se presentarán diferentes unidades de análisis que permitieron reconocer los aspectos que nutren la didáctica de la docente y a su vez aclarar las diferencias teóricas de cada uno de ellos:

Se pudo destacar a través de la observación no participante de las clases, que la docente emplea como elemento de participación de los estudiantes, fichas de cartulina como recurso para hacerles preguntas al inicio de la clase sobre el concepto fotosíntesis para identificar las ideas previas: "la docente muestra tarjetas de cartulina con las palabras, Piedra, Vaca, Hoja, Planta y les preguntan a los estudiantes cómo se relacionan, a su vez motiva a que los estudiantes participen, diciendo lo que crean o piensen" (DC1-2). También "comienza a usar tarjetas de cartulina y hace preguntas sobre la fotosíntesis... (les pide) pasar y colocar los conceptos

en cartulina, donde consideren deben ir" (DC4-47). Otros recursos didácticos empleados por la docente son: las gráficas o los dibujos, ya que

dibuja una planta y pega una tarjeta de cartulina con la palabra Luz Solar en la parte de arriba de la planta. Sigue dibujando (la parte de bajo) y los estudiantes dicen agua... pero la docente dice, esta es la raíz (DC3-30).

La docente también usa con regularidad analogías con un lenguaje común:

... savia bruta, y no porque no sea inteligente, ¿saben qué es la savia bruta?, pues que la planta lo absorbió, pero no lo ha procesado... no los ha cocinado... como cuando llevamos para el almuerzo la papa, el pollo, pero crudo (DC3-33).

La docente dice... los tilacoides son el fogón, ahí se empiezan a mezclar todos esos nutrientes para formar NADP... "la sopa", y también formar el "seco" ATP y glucosa, que es el alimento de la planta (DC3-41). Otras estrategias son los talleres, los compromisos para complementar lo explicado y el video: "reparte el taller calificado y lo socializa con los estudiantes" (DC4-57). Entonces como esto (señalando la palabra del tablero, Sabia Elaborada) alcanzó a producirse también otras sustancias como NADP y ATP...vamos a ver un video sobre esta fase (DC5-68).

Teniendo en cuenta las anteriores unidades de análisis, se pudieron reconocer dentro de la didáctica de la docente son los recursos materiales como las fichas de cartulina, los dibujos, las gráficas, los talleres, las analogías y los videos. Sin embargo, cuando se realizó la siguiente pregunta en la entrevista; "¿Qué estrategias de enseñanza emplea para promover el aprendizaje del concepto fotosíntesis?", la docente respondió, "Primero hay que generar motivación... generar competencia... juegos didácticos,

dinámicas, lúdicas" (ED1-6); por lo que se pudo comprobar que la docente confunde estrategia didáctica con recursos didácticos.

Al respecto, Orellana (2008), citando a Acosta (2014) plantea que, "las estrategias de enseñanza corresponden a un proceso de ayuda que se va ajustando en función de cómo ocurre el progreso en la actividad instruccional de los alumnos". De esta manera, una estrategia debe procurar la evolución del proceso de aprendizaje, empleando actividades. Es decir, la actividad no es la estrategia como tal, sino que hace parte de la misma, por lo que las estrategias deben ir acorde al progreso de aprendizaje de los estudiantes y para ello se ajustan las actividades. Ahora bien, dentro del análisis de las estrategias empleadas por la docente de naturales para la enseñanza del concepto fotosíntesis, a la luz de las diferentes estrategias de aprendizaje para promover el aprendizaje de la biología de Acosta Fainete (2014); se pudo identificar el tipo de estrategias de enseñanza, empleadas por la docente, tales como *Estrategias conductistas*, ya que la docente, realiza actividades que implican la transmisión de información a sus estudiantes; puesto que emplea la repetición: "La docente dice... la hoja tiene haz y envés, ¿cómo es? (preguntando a los estudiantes), y ellos responden haz y envés" (DC3-37). "La docente señala al tablero y dice acordémonos que este es el...cloro...plasto... los estudiantes completan la palabra y la repiten tres veces" (DC3-40).

De acuerdo a la estrategia de enseñanza de Aprendizaje Significativo, este ocurre cuando el estudiante intencionalmente trata de integrar nuevos conocimientos a los ya preexistentes en sus estructuras cognoscitivas. De la misma forma, Acosta y colaboradores (2014) afirman que para lograr aprendizajes significativos en Biología, con base en la teoría Ausubeliana, el docente debe tener información sobre los conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales previos del estudiante, antes de iniciar el tema planificado, esta situación le permite al profesor ubicarse en el conocimiento de las fortalezas gnoseológicas del alumno. (p.4). Así que,

aunque la docente dice emplear estrategias didácticas para identificar las ideas previas de los estudiantes, se queda únicamente en determinar la información sobre los conocimientos conceptuales o ideas previas, sin conectar la nueva información con los conceptos preexistentes en la estructura cognitiva de los estudiantes. Sin embargo, cabe resaltar, que entre el aprendizaje mecánico y el aprendizaje significativo no existe una dicotomía, ya que no se puede restar importancia a la memoria. Al respecto, Acosta (2014), expone,

... las características que tipifican el aprendizaje memorístico, no significan desconocer la importancia de la memoria en cualquier proceso de aprendizaje, de hecho, los docentes deben desarrollar actividades didácticas que conduzcan a que los estudiantes registren el conocimiento, conservando los significados y formas de traducirlos al contexto, previo sometimientos de los mismos a la discusión colectiva, a la comparación con los miembros de las comunidades de especialistas y a la contrastación experimental o práctica de sus propias experiencias. (p.4)

De acuerdo a lo anterior, se puede resaltar que, si la docente hubiera fortalecido el uso de la memoria, por ejemplo para la memorización de la ecuación del proceso de la fotosíntesis con las relaciones entre los conceptos y a su vez, reforzado con una experiencia al natural, teniendo en cuenta que el entorno en el que se encuentra la docente es una zona rural, las estrategias empleadas no hubieran quedado solo en transmisión y repetición de información, convirtiendo el entorno en un recurso esencial en el proceso de enseñanza aprendizaje.

De igual manera, la docente presenta dificultades para seguir una continuidad que genere cada vez mayor complejidad en las actividades que planteó en sus clases, por lo que de alguna manera una estrategia conlleva mayor elaboración, mientras que un recurso didáctico como fichas, dibujos, talleres, compromisos, videos, entre otros, pueden quedarse

simplemente en transmitir información sin generar un aprendizaje significativo. Según Gimeno Sacristán (1981), citado por la Revista Temas para la Educación (1992) señala que, “un medio didáctico es cualquier forma de recurso o equipo que sea usado normalmente para transmitir información entre personas” (p 3). A partir de lo anterior se procedió a identificar la clasificación de los recursos didácticos empleados por la docente:

- » **Materiales:** murales o gráficos que la docente armaba o dibujaba durante sus clases en el tablero, haciendo uso de las fichas de cartulina.
- » **Impresos:** talleres impresos y los libros de texto.
- » **Audiovisuales:** videos para mostrar las dos fases del proceso de la fotosíntesis.
- » **Informáticos:** compromisos, haciendo uso del computador e internet.
- » **Analogías:** comparación del proceso de elaboración de alimento de las plantas, con la preparación del almuerzo.

De acuerdo a lo anterior, se resaltan dos recursos empleados por la docente, que no generaron aprendizaje significativo, en torno al concepto fotosíntesis, el video y las analogías.

Durante el video, algunos estudiantes estuvieron atentos y otros distraídos, ya que el video tenía una presentación de la fase oscura, muy complicada para los estudiantes y el sonido no era muy bueno, lo que causó que los estudiantes se distrajeran hablando entre ellos. La docente pedía silencio, pero fue solo hasta el final que ella hizo los llamados de atención (DC5-70).

Por ello, este recurso tuvo que ser cuidadosamente elegido, ya que muchos estudiantes no comprendieron muy bien la fase oscura, especialmente cuando trataba conceptos como NADP y ADP. De acuerdo a Daza (2013) citada por Hernández *et al.*, (2015),

El video como medio audiovisual entra a jugar un papel muy importante en el aula, destacándose como aquel que, desde sus etapas de investigación y realización, lleva implícitas unas intencionalidades, un tratamiento, una forma narrativa, una orientación, un enfoque informativo y formativo, destinado a motivar, dinamizar, apoyar o complementar procesos de promoción humana. (p.10)

De igual manera, en las unidades de análisis se evidencia que la docente hace alusión al proceso de elaboración de una comida o almuerzo, relacionando los alimentos crudos con la savia bruta y los alimentos preparados o cocidos, listos para ser consumidos, como savia elaborada. También relaciona la hoja, específicamente dentro de los cloroplastos, a los tilacoides con los fogones o estufa, donde se lleva a cabo el proceso de transformación de los nutrientes a la savia elaborada. Sin embargo, se pudo evidenciar que los estudiantes tienden a quedarse con la analogía y no emplean adecuadamente los nuevos conceptos y funciones que la docente pretende enseñar.

Por lo anterior, cabe tener en cuenta que existen algunos riesgos y efectos negativos que puede conllevar el uso de analogías. Orgill (2005), afirma que, "Los estudiantes pueden interpretar la analogía mecánicamente sin llegar a captar el mensaje que esta pretende dejar. Es lo que ocurre, por ejemplo, cuando el alumno responde a una pregunta con la analogía que le enseñaron". (p.2) Esto se evidencia en la siguiente unidad de análisis del diario de campo: "¿qué sucede allí? ...Un estudiante responde- es donde llega el mercado, y ríe. Otro estudiante levanta la mano y dice - es donde se hace el almuerzo" (DC5-61). Lo cual deja evidencia que la analogía empleada por la docente generó un efecto negativo, ya que los estudiantes interpretan la analogía como la realidad misma y de forma errónea originando errores conceptuales. No se puede desconocer la intención didáctica del empleo de dicha analogía, "la preparación de los

alimentos”, empleada por la docente y su preocupación por hacer cada vez más dinámico y comprensible el proceso de enseñanza – aprendizaje, sin embargo, cabe resaltar la importancia de generar un momento de relación del conocimiento común, devuelta al conocimiento científico, de manera que los estudiantes no se apropien de la analogía sino de los conceptos científicos que se pretenden enseñar. Según Medina y Fernández (2004), citado por Sáenz (2012), en el contexto escolar las analogías,

Tratan de explicar un concepto que puede ser nuevo para el estudiante, que se denomina **tópico**, comparándolo con una situación o con conceptos conocidos **análogo**. Con el fin de favorecer la comprensión de la situación nueva o desconocida, o sea el tópico que se va a enseñar. La comprensión se consigue porque la analogía facilita el desarrollo de modelos conceptuales del tópico y permite la transferencia de conocimiento, desde el análogo al tópico. (p.35)

En el trabajo de los autores Medina y Fernández (2004), citados por Sáenz (2012), se catalogan cerca de veinte analogías, relacionadas por orden de frecuencia en dos ejes conceptuales: el cuerpo humano y la biología celular, dentro de esta última enuncian la analogía **Elaboración del pan/Fotosíntesis**, en donde la fotosíntesis es parecida a la cocción del pan en un horno. De esta manera las analogías pueden constituir poderosas herramientas para la enseñanza, ya que pueden ayudar a hacer perceptibles los nuevos conceptos que se abordan comparándolos con contenidos que son familiares para los estudiantes, permiten visualizar conceptos abstractos y mejora el interés por parte de los estudiantes. Sin embargo, no todas las analogías son buenas y no todas son útiles para todos los estudiantes.

De acuerdo a todo lo anterior, se ha podido identificar, los tipos de estrategias, recursos didácticos y el modelo didáctico empleado por la

docente, para ello se partirá del significado del mismo, Gimeno Sacristán (1992) afirma:

Un modelo didáctico o modelo de enseñanza es una representación de la realidad que supone un alejamiento o distanciamiento de la misma. Es una representación conceptual, simbólica y, por tanto, indirecta que al ser necesariamente esquemática se convierte en una representación parcial y selectiva de aspectos de esa realidad, focalizando la atención en lo que se considera importante y despreciando aquello que no lo es y aquello que no aprecia como pertinente a la realidad la que hace referencia (p.96). De acuerdo a las anteriores unidades de análisis, se puede entender que los modelos de enseñanza, aplicados por la docente, son una consecuencia de la imagen o visión que ella tiene de la ciencia que enseña. De acuerdo a Ruiz (2007), se evidencia que la docente emplea el *Modelo de enseñanza recepción significativa*, ya que genera la idea de compatibilidad entre el conocimiento científico y el cotidiano, valorando las ideas previas o preconceptos de los estudiantes. A su vez recoge algunas características del *Modelo de enseñanza por transmisión – recepción*, ya que, tiende a considerar el concepto como un conocimiento acabado, el estudiante como receptor de un conocimiento que se puede “pasar”, puesto que tiende a emplear la repetición memorística de palabras o conceptos.

4. LIMITACIONES EN EL USO DEL LIBRO DE TEXTO COMO RECURSO DIDÁCTICO

El libro de texto es uno de los recursos didácticos más empleados en la enseñanza, tanto los utilizados por la docente para su consulta propia, como para el uso en los mismos durante las clases. Sin embargo, en la mayoría de los casos estos últimos, exigen el dominio de las habilidades lectoras de los estudiantes, es decir que no implique limitar el uso del libro de texto a una sola transcripción de información. En la subcategoría teórica, Presentación del concepto fotosíntesis en los libros de textos

empleados por el(la) docente, surgió del diario de campo la siguiente Categoría Axial, *Uso del libro de texto en el aprendizaje* y en la entrevista surgieron las Categorías Axiales, *Fuentes de información* y *Transposición didáctica*. Para identificar las características de este diagnóstico, se presenta a continuación las siguientes unidades de análisis.

En la entrevista, cuando se le preguntó a la docente, ¿Cuál es su fuente de información conceptual para fundamentar teóricamente el concepto de fotosíntesis?, la docente respondió, "la biología de Villet y la biología de Larsson... la internet... videos, algunas guías con previa revisión de la documentación" (ED1-8). De igual manera en la pregunta, ¿Ha evidenciado falencias en la presentación del concepto fotosíntesis que hacen los libros de texto o hipertexto?, la docente contestó,

no, ni en la Biología de Villet ni en la Biología de Larsson, pero hay algunos videos en internet que no hacen referencia a la diferencia entre savia bruta y savia elaborada... es importante... documentarnos en internet, pero revisar antes de utilizar estos medios. (ED1-9)

Aquí se evidencia, que la docente no tuvo en cuenta el libro de texto que los estudiantes emplearon durante las clases; posiblemente por el poco conocimiento de la docente de los principales momentos históricos-epistemológicos en los que se construyó el concepto fotosíntesis, por ello le resta importancia a la presentación de este concepto en los libros de texto escolares, empleándolo solo para "copiar" o transcribir. Esto se evidencia en la respuesta de la docente a la pregunta, ¿Cuál es el proceso por el cual modifica un contenido de saber para adaptarlo a su enseñanza antes de llevarla al salón de clases?, la docente respondió.

Reviso la información... que esté clara, que esté concisa, que esté entendible, pero también tengo en cuenta la edad del estudiante, la hora que tengo la clase, el lugar donde estamos... los intereses

que ellos tienen... aplicar los conceptos a la edad dependiendo del vocabulario... llevando el contexto de la clase a la lectura puede uno tomar... la motivación... para que estén atentos y concentrados. (ED1-10)

A su vez, también en la pregunta, ¿Cómo adapta el lenguaje de los textos que usa, para preparar las clases, al lenguaje de los estudiantes de sexto grado?, la docente respondió,

no hay que subestimar el coeficiente de los estudiantes, no hay que darles un lenguaje tampoco tan crudo, sino también hay que exigirles... hay lenguaje científico que no se puede modificar, pero si se les lleva la adaptación a ellos... colocarlo al lenguaje en el contexto donde ellos estén... después... hablar de un lenguaje científico cuando ellos ya tengan las bases iniciales. (ED1-11)

Sin embargo, cabe resaltar que la docente tiene un particular interés por diferenciar el conocimiento científico del conocimiento común. A propósito, Quiceno (2012), parafraseando a Bachelard, enuncia que, el conocimiento común, es aquel que deviene de la percepción, aquel que se construye por medio de la observación de los fenómenos y depende de la experiencia sensorial de quien lo examina. Además, considera que la ciencia real, se edifica a través de la abstracción, rompiendo con la experiencia inmediata, pasando de lo sensible a lo inteligible, escenario donde es necesario comprender más que sentir y memorizar. En este orden de consideraciones, Bachelard concibe la abstracción, como algo más allá de enseñar fórmulas matemáticas, es ir al trasfondo de estas, es escudriñar en su pasado, es recorrer el camino que condujo a ellas (p.3).

Así que, la docente al pedirles a los estudiantes que copien el concepto a manera de complementar lo explicado, en realidad es "completar", sin que haya verdadera comprensión del concepto y limitando dicha actividad a la memorización del concepto. Esto se evidencia en la siguiente unidad de

análisis del diario de campo, relacionada con el uso de los libros de texto, “les entrega el libro de texto, donde aparece la explicación del proceso de la fotosíntesis, y les indica qué copiar en el cuaderno, diciéndoles que es para complementar lo que ella explicó” (DC5-72). Aquí se evidencia, que el uso del libro de texto es para que “copien o complementen” lo que la docente ha explicado. Chevallard (1998), enuncia que,

un contenido de saber que ha sido designado como saber a enseñar, sufre a partir de entonces un conjunto de transformaciones adaptativas que van a hacerlo apto para ocupar un lugar entre los objetos de enseñanza. El trabajo que transforma de un objeto de saber a enseñar en un objeto de enseñanza, es denominado transposición didáctica. (p.16)

Por lo que la docente, tuvo que haber hecho también una revisión de la presentación del concepto fotosíntesis en el libro de texto escolar y no solo limitarlo a la transcripción de contenido, puesto que así identificaría si este recurso fuese significativo en el proceso de aprendizaje o crearía vacíos o confusiones en los estudiantes. Al respecto, Alzate Piedrahita (1999), citado por Fernández (2017), considera que,

el libro, al dar todo hecho al alumno, le priva de su capacidad investigadora y crítica. Asimismo, al resaltar un determinado contenido, anula otros. Y esto tiene consecuencias, ya que el libro o más bien quien edita sus contenidos es el que decide qué conocimientos son los que se deben ir transmitiendo a las siguientes generaciones. (p.5)

El libro de texto no es un mal recurso, sino el uso que se le da debe depender de una mirada crítica hacia la manera como un concepto es transpuesto desde el saber sabio al saber enseñado. A continuación, se muestra cómo el tema de Nutrición vegetal es presentado en el libro

Contextos Naturales 6 de la editorial Santillana usado por la docente en sus clases.

2. NUTRICIÓN EN AUTÓTROFOS

Los organismos autótrofos se pueden clasificar en **fotosintéticos** y **quimiosintéticos**.

2.1 Nutrición en organismos fotosintéticos

Los organismos fotosintéticos son aquellos que, gracias a la energía aportada por la luz del sol, tienen la capacidad de sintetizar su propio alimento a partir de sustancias inorgánicas que contienen hidrógeno, oxígeno, carbono, nitrógeno y otros minerales. Las plantas, las algas, algunas bacterias y las cianobacterias son organismos fotosintéticos. La nutrición de los organismos fotosintéticos se lleva a cabo mediante dos procesos: **absorción de nutrientes** y **fotosíntesis**.

2.1.1 Absorción de nutrientes en las plantas

Las plantas obtienen nutrientes como el oxígeno, el carbono y el hidrógeno, a partir de gases atmosféricos. El nitrógeno y el resto de macronutrientes y micronutrientes que la planta necesita se obtienen por absorción de moléculas y minerales disueltos en el agua que se encuentra en el suelo (fig. 3).

En la tabla que observas a continuación, puedes apreciar algunos de los macronutrientes utilizados por las plantas.



FIG. 2 Los organismos autótrofos son la clave de la entrada de energía a todos los ecosistemas.

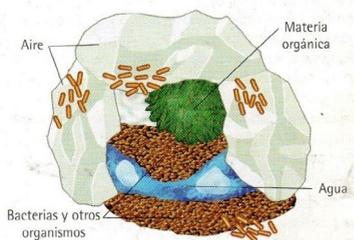


FIG. 3 En el suelo hay aire, agua, microorganismos y materia orgánica a partir de los cuales las plantas obtienen sus nutrientes.

Figura 1. Tema nutrición vegetal.

Fuente: Del libro Contextos naturales 6, editorial Santillana.

El libro de texto, presenta también los macronutrientes que la planta obtiene del suelo:

Macronutriente	Funciones	Síntomas de deficiencia
Nitrógeno	Forma parte de las proteínas y de los ácidos nucleicos. Interviene en el proceso de la fotosíntesis.	Planta débil con hojas viejas y amarillentas.
Fósforo	Forma parte de los ácidos nucleicos, el ATP y los fosfolípidos.	Planta débil con hojas verdes oscuras y venas moradas.
Potasio	Regula la actividad enzimática y controla la apertura de los estomas.	Hojas con bordes muertos.
Calcio	Forma parte del citoesqueleto, de las membranas, de las enzimas y de los ribosomas.	Hojas jóvenes amarillentas y arrugadas.
Magnesio	Forma parte de la clorofila. Controla la actividad enzimática.	Hojas viejas con zonas amarillas entre las venas.
Ázufre	Forma parte de las proteínas. Controla la actividad enzimática.	Hojas jóvenes entre amarillas y blancas, con venas amarillas.

Figura 2. Macronutrientes de la planta.

Fuente: Libro Contextos naturales 6, editorial Santillana.

Se observa que el libro de texto presenta información que no fue suministrada por la docente, de manera que, al no ser aclarada o contextualizada, perdió sentido y se convirtió en un texto que los estudiantes transcribieron sin su respectiva comprensión.

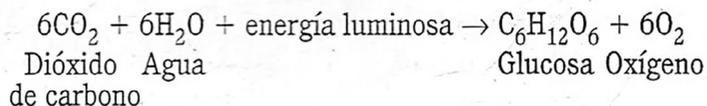
El libro también presenta *la fotosíntesis en las plantas* de la siguiente forma:

2.1.2 La fotosíntesis en las plantas

Durante el proceso de fotosíntesis las hojas de las plantas, mediante los cloroplastos, capturan la energía proveniente del sol y la convierten en energía biológica. Para ello, toman el dióxido de carbono de la atmósfera, a través de los poros de las hojas conocidos como **estomas** (fig. 4), y el agua que ha sido absorbida por las raíces, y los transforman en un carbohidrato conocido como **glucosa**.

Luego, la glucosa es transportada a través del floema hacia el resto de células de la planta donde, a continuación, es procesada por las mitocondrias, y convertida en un tipo de “energía celular” conocida como ATP.

La reacción de la fotosíntesis, es la siguiente:



Observa que durante el proceso de la fotosíntesis se libera oxígeno.

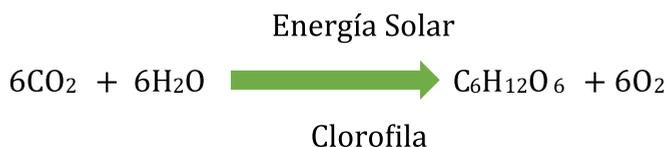
Figura 3. Concepto fotosíntesis.

Fuente: Del libro Contextos naturales 6, editorial Santillana.

De acuerdo a lo anterior, se puede notar que la ecuación presentada para el proceso de la fotosíntesis, es la forma *clásica*, aquella que fue propuesta por Julius Von Sachs en 1865, el cual pudo demostrar que en

el proceso que se lleva a cabo en la fotosíntesis se forman compuestos de carbono (hidratos de carbono). Para llegar a esta afirmación realizó una serie de experimentos en los que cubrió la mitad de la hoja de una planta y la otra mitad la dejó expuesta a la luz solar. Con el paso de las horas expuso la hoja de su estudio a vapores de yodo y vio como la parte de la hoja que había estado expuesta al sol adquiría un color violeta oscuro, esto se debía a la presencia de almidón, que reaccionaba con el yodo (Sánchez, 2016, p.9).

Es por ello que en dicha ecuación la Energía solar forma parte de los reactivos; sin embargo gracias a Van Niel en el año 1929 se pudo determinar que se trataba de un proceso Redox, con la reducción del CO_2 y la oxidación del H_2O , a partir de lo cual se puede escribir la ecuación de la fotosíntesis, tal como se conoce hoy en día:



Por ello el aporte de la energía externa, en este caso la energía de la luz, no aparece como un reactivo, puesto que no es una sustancia que reaccione con las demás y que haga parte de la molécula de azúcar, como alimento de la planta, sino que ésta es absorbida gracias a la clorofila en forma de energía. Estos pequeños errores conceptuales, son los que hay que determinar con anticipación y aclararlos a tiempo, para que cuando se aborde dicha ecuación desde la interdisciplinariedad con la química, no surjan dificultades en la comprensión de reactivos y productos.

Por otro lado, están los libros de texto que emplea la docente para su consulta: la *Biología de Villee* y la *Biología de Larsson*. Sin embargo, la docente no menciona si revisa la presentación del concepto fotosíntesis

en el libro de texto que reparte por grupos de estudiantes en su clase. Es importante que el docente verifique la manera como el libro de texto presenta el concepto fotosíntesis; si éstos retomaban brevemente la historia del mismo, los principales momentos de su construcción y, además si el texto presenta el concepto de menor a mayor grado de complejidad, fortaleciendo el nivel de abstracción de los estudiantes. El libro de texto no puede presentar los conceptos como si fueran parte de una Ciencia acabada. Por ello, en ocasiones lejos de ser fuente de conocimientos, puede ser un obstáculo para el aprendizaje. Si la docente hubiera comprobado los aspectos anteriores, el libro de texto se convertiría en un recurso impreso por antonomasia.

5. EXPLICACIÓN VERBAL O EXPOSITIVA ASUMIDA POR LA DOCENTE DE CIENCIAS NATURALES

La explicación debe favorecer la comprensión de lo que se pretende enseñar teniendo en cuenta el proceso cognitivo lingüístico de ésta, cuando se asume como una forma de propuesta didáctica llevada adelante por el profesorado de Ciencias Naturales para la enseñanza de un concepto.

En la subcategoría teórica, Modelos de explicación científica empleada por la docente, surgió de las unidades de análisis del diario de campo, la Categoría Axial, *La explicación en las ciencias naturales*. Y de las unidades de análisis de la entrevista surgieron las siguientes Categorías Axiales, *Recursos didácticos en el proceso de enseñanza y secuencia didáctica*, relacionadas con la explicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto fotosíntesis. De las anteriores categorías, se resaltan las siguientes unidades de análisis: "Pues son seres vivos y seres no vivos" (DC1-7), aquí hay que aclarar, que se refiere al momento en el que la docente debe decirles a los estudiantes qué relación tenía entre ellas, las palabras Piedra, Vaca, Hoja, Planta (DC1-2). Aunque esta actividad motivó la participación de los estudiantes y conocer sus ideas previas; al final la docente debe decirles la relación. De alguna manera

la docente inicia la exploración de ideas previas de los estudiantes, para ir configurando la manera como explicará el concepto fotosíntesis. Al respecto Eder (2008, quien cita a Ogborn, 1996), afirma que “el docente “explica” para que sus estudiantes aprendan”. De igual manera cita a Litwin (1997), el cual afirma que, “El análisis de las explicaciones que se construyen y circulan en el aula favorece la comprensión de las acciones comunicativas y de la producción colectiva de conocimiento promovida por ellas” (p.5). Sin embargo, en la siguiente unidad de análisis se observa confusión en un estudiante, a pesar de la explicación y el recurso empleado por la docente: “... o sea la sabia bruta es una parte de la, de la... hasta ahí entendí” (DC4-51). Esta falta de comprensión sucede, aun cuando el lenguaje que emplea la docente no es especializado.

Ahora bien, para la investigadora Gaea Leinhardt, citada por Eder (2008), es posible distinguir en la enseñanza diferentes clases de explicaciones, “las explicaciones basadas en los campos disciplinares, las autoexplicaciones y las explicaciones para la clase” (p.21). Dentro de las cuales se destacan estas últimas, pues son consideradas como “explicaciones que explican la explicación”. De alguna manera la docente se convierte en un agente importante de explicación de saberes, la cual expone la explicación científica del fenómeno fotosíntesis.

Litwin, (1996), citado por Eder (2008), distingue las explicaciones para la enseñanza, “las cuales sirven para clarificar conceptos, procedimientos, eventos, ideas, tipos de problemas que favorecen la comprensión. Suelen ser redundantes y reflejan las concepciones pedagógicas y epistemológicas del docente” (p.20). Como se analizó con anterioridad, la docente usa diversos recursos didácticos, que se enmarcan dentro de su propia visión de ciencia y modelo de enseñanza, que evidencian su concepción pedagógica. Por ejemplo, en la siguiente unidad de análisis, se refleja la tendencia de la docente a procurar la comprensión de los estudiantes, FOTO es = LUZ y SÍNTESIS = PROCESO... es un proceso en el que

ella necesita la luz del “mono” ... fotosíntesis es, proceso que necesita luz, entonces si no hay luz ¿puede suceder?; los estudiantes dicen, no. (DC2-23). Aquí la docente procura, como dice Litwin (1996) clarificar el concepto.

Cuando se le pregunta a la docente, ¿Cuál es el procedimiento que sigue para la explicación del concepto fotosíntesis?, responde, “... doy un concepto básico de fotosíntesis, se hacen las conclusiones de la lluvia de ideas... hago una explicación general de fotosíntesis, posteriormente les coloco un video donde relacionen toda la información de fotosíntesis o tengo alguna lámina... se va al contexto del salón... la alimentación de las plantas... son autótrofas y se empieza a explicar el concepto... Cuando termina la explicación se hace la solución de la guía, con el docente en clase para resolver dudas, finalmente se socializa parte de las respuestas de la guía que se elaboró en clase, para después profundizar en los conocimientos” (ED1-1). La docente realiza un recuento de las actividades que hace en una clase a manera de secuencia, así como los recursos que emplea relacionándolos con la acción “explicar”. Así que, si se observan los apartes subrayados arriba, la docente limita la explicación a un discurso expositivo.

David Perkins (1995), citado por Eder (2008) menciona tres modos de enseñar: la instrucción didáctica, el entrenamiento y la enseñanza socrática. El primero de esos modos se refiere a “la presentación de la información por parte del profesorado y de los textos escritos, y su objetivo se centra en la explicación: se exponen los qué y los porqués de un determinado tema” (p.21). Así que, de alguna manera cuando la docente afirma que empieza a “explicar el concepto”, en realidad expone los ¿qué? y los ¿por qué?, del concepto fotosíntesis, como se registró en la unidad de análisis anterior, y como se observa en la siguiente unidad de análisis: “... cuando no le cae agua a la planta la tierra se pone seca y los árboles, de amarillito... no hay agua, entonces así haya nutrientes en el

suelo, pero si no le hecha agüita... es como si tuviera la nevera llena pero no tengo estufa... ¿qué hago?, nada!" (DC3-35). En una unidad de análisis presentada anteriormente, la docente para explicar el concepto, emplea la semántica o el significado de las palabras que, a su vez, conforma la palabra "foto-síntesis". Y luego emplea una situación cotidiana, como cuando se marchita una planta, para explicar el porqué del proceso fotosíntesis, específicamente, la importancia del agua en este proceso.

Sánchez Miguel (1999), citado por Eder (2008), enuncia la siguiente cuestión relacionada con la explicación verbal expositiva,

"En la explicación del profesor, la información nueva conecta con los conocimientos previos (*concepciones alternativas*) que el propio estudiante activa en cada momento de la clase" (p.22). Este caso de explicación se evidencia cuando la docente emplea ejemplos cotidianos y contextualizados, para conectar los conocimientos previos de los estudiantes con el concepto fotosíntesis, tanto que los estudiantes participan en dicha explicación, como se evidencia en la siguiente unidad de análisis:

Una estudiante levanta la mano y dice –mi mamá les echa agua a las plantas bien temprano en la mañana o en la noche, porque el sol las calienta y ella dice que, si les echa agua así, se mueren. La docente asiente con la cabeza, y les dice, ¡muy bien! Y nos vamos a la segunda fase oscura (DC5-66).

Sánchez (1999), citado por Eder (2008), afirma que las explicaciones verbales suelen presentarse como un texto breve que está enmarcado en dos momentos de conversación, con dos finalidades claras: *crear el contexto inicial de partida y plantear ciertas preguntas, tareas que el estudiante resuelve y el profesor evalúa.* (p.22)

Estas características de la explicación verbal o expositiva se evidencian cuando la docente emplea las fichas de cartulina como punto de partida

y a su vez realiza preguntas, tratando de identificar las ideas previas y comprensión de los estudiantes. Según Eder (2008), esto muestra una "modalidad *interactiva-dialógica*, en la que el docente no solo "expone" una explicación, sino que interactúa con sus estudiantes para evaluar la marcha de los procesos de comprensión y aprendizaje por parte de estos" (p.23).

Ahora bien, aunque la docente emplea la clase de explicación expositiva o verbal con características dinámicas, no puede perderse de vista, que la intención de la explicación en la enseñanza es proveer las herramientas para que los estudiantes puedan construir sus *propias* explicaciones científicas, que a su vez posibiliten el acceso, más adelante, a las explicaciones típicas de la ciencia (Eder, 2008, p.24). Por ello es importante que la docente diferencie entre *las explicaciones escolares y las cotidianas*, como lo afirman Ogborn y cols. (1998), citado por Eder (2008); "las últimas comienza por una "solicitud de información" mientras que, en la escuela, el profesor resuelve *desde él* la "diferencia" entre lo que el estudiante sabe y lo que "debe" saber, teniendo como tercer polo "lo que él quiere saber" (p.24). Por lo que no basta tan solo con exponer la temática, y emplear diversos recursos como el video, los talleres o el compromiso, para que la explicación genere una articulación de esta tríada (lo que el estudiante sabe y lo que "debe" saber, y "lo que él quiere saber), es decir, se debe apuntar a lo que en palabras de Perkins (2016), se denomina

enseñanza para la comprensión. La comprensión implica poder realizar una variedad de tareas que, no solo demuestran la comprensión de un tema, sino que, al mismo tiempo, la aumenten, es decir, llevar al estudiante más allá de lo que este ya sabe. (p.3)

Por ello se debe procurar que toda explicación escolar propicie explicaciones científicas, llevando a los estudiantes a apropiarse de las complejas preguntas que nos hacemos para entender el mundo en que vivimos y que podemos llegar a construir.

6. SOBREALORACIÓN DE LA EVALUACIÓN SUMATIVA, MÁS QUE A LA FORMATIVA

La evaluación hoy en día es uno de los temas con mayor importancia del ámbito educativo, ya que cada vez somos más conscientes de la importancia y los efectos del hecho de evaluar o de ser evaluado, además, porque de alguna manera, a través de la evaluación, se reconoce la calidad educativa, del aprovechamiento de los recursos, el tiempo y los esfuerzos. En la subcategoría teórica Modelos evaluativos empleado por la docente de ciencias naturales, surgieron las siguientes Categorías Axiales, *Características de la evaluación y modelos evaluativos empleados por la docente de naturales*.

Cuando se le pregunta a la docente, ¿Para usted qué significa el proceso de evaluación?, la docente responde,

es una estrategia que tiene el docente de atraer al estudiante, es una estrategia que se debe tener para llamar la atención, para que él entienda que lo que se le va a enseñar tiene una utilidad, le sirve para algo (ED1-17).

“la evaluación debe ser más formativa que cuantitativa... debe ser un proceso continuo, de participación, de motivación en clase... la evaluación también debe ser para el docente... él debe también evaluarse, autoevaluarse para darse cuenta si en algún momento como ser humano falló y pueda... mejorar esas falencias que ha tenido dentro del aula de clase. (ED1-18). Aquí se puede evidenciar que la docente resalta, que emplea la evaluación formativa, más que la “cuantitativa”. Sin embargo, teniendo en cuenta las unidades de análisis del diario de campo, “La docente toma lista, revisa compromisos, consigna las notas en la planilla y dice que valorará la participación en clase”. (DC3-45). La docente dice que...va a hacer preguntas para valorar o calificar la participación en clase (DC4-46). Y también “...para que puedan estudiar para la evaluación escrita

del tema y de la bimestral. (DC5-73); se evidencia mucho más interés por la evaluación sumativa; aunque no desconoce la evaluación formativa; por ejemplo, cuando valora la participación de los estudiantes en clase o cuando afirma que la evaluación se lleva a cabo de manera continua en todo el proceso educativo. Esto se puede demostrar en las siguientes unidades de análisis, "La docente... pregunta a los estudiantes qué vieron la clase pasada... Una estudiante responde que vieron sobre la fotosíntesis, que necesitaba luz solar, pero que había una etapa que no necesitaba" (DC3-26). "Copien el compromiso de: dibujar o pegar las partes de una planta, y les dice a los estudiantes que no olviden lo que aprendieron en la clase, ya que lo preguntará la próxima vez" (DC1-10). Lo anterior, evidencia que la docente, evalúa durante los diferentes momentos de la clase, ya sea preguntándoles a los estudiantes sobre lo visto con anterioridad al iniciar una clase o durante esta, para verificar el aprendizaje, recalcándoles que "no olviden lo que aprendieron".

Lavilla (2011), el cual tuvo en cuenta varias definiciones de evaluación, consideró dos aportes: La evaluación como una determinación de valor y la evaluación como integrada en todo el proceso educativo. Como se puede notar en los apartes subrayados arriba, la docente considera que a través de la evaluación se puede "valorar" a los estudiantes, con una nota, es decir cuantitativamente, resaltándose aquí, la evaluación sumativa.

Cuando se le pregunta a la docente, ¿Para la enseñanza del concepto fotosíntesis, cuáles modelos evaluativos emplea y en qué momento de sus clases?, la docente responde,

yo empiezo a evaluar desde que ingreso al salón, que el estudiante esté dispuesto, motivado... las ideas previas, después de que se dio el trabajo en clase hay una evaluación... el trabajo de la guía también se evalúa, la disposición que tuvieron durante el tiempo de clase... finalmente lo que yo quiero llegar a hacer es

una evaluación escrita... un quiz de atención en clase y no solo es un quiz escrito, pueden ser quices orales. (ED1-16)

Sin embargo, de acuerdo al análisis de las unidades del diario de campo, la docente transmite a sus estudiantes la idea de la valoración o evaluación, como un valor numérico, inclusive la participación en clase, es vista más como una actitud que como una aptitud, es decir, la mejor nota (numérica) es para el que más realizó la acción, participar. Sin embargo, cuando se habla de aptitudes, se refiere al talento, habilidades o destrezas que se tienen y estas, están más relacionadas con un aprendizaje significativo. Por lo que no es lo mismo un estudiante que participó muchas veces, pero sus aportes no fueron relevantes, a un estudiante que participó menos, pero sus aportes fueron significativos y evidenciaron la adquisición de habilidades de comprensión.

De acuerdo a todo lo anterior, se evidencia en la docente una fuerte influencia por la evaluación sumativa, ya que la docente suele aplicar más la evaluación de productos, es decir, de procesos terminados, y poco se evidencia la intención de la docente en modificar, ajustar o mejorar las actividades de evaluación para el aprendizaje, sin superar la perspectiva centrada en el examen; contrario a la evaluación con función formativa, que se usa como estrategia de mejora y para ajustar sobre la marcha, de acuerdo a los objetivos previstos, convirtiéndose en una evaluación continua. Sin embargo, no se pretende eliminar la evaluación sumativa ya que, aunque la evaluación formativa permite generar información sobre el proceso de aprendizaje de los estudiantes, la evaluación sumativa se puede convertir en una manera de obtener evidencias de aprendizaje; pero no se puede dar mayor reconocimiento a la evaluación sumativa, o así hacerlo ver a los estudiantes. De acuerdo a Ahumada (2001), afirma que,

el propósito esencial de un proceso evaluativo centrado en el aprendizaje, debe apuntar a establecer niveles de avance o progreso en el acercamiento a un determinado conocimiento,

tomando en consideración su incorporación significativa o su relación con los conocimientos previos que posee cada estudiante. (p.25)

Por lo anterior, aunque la docente reconozca la importancia de las ideas previas de los estudiantes y vincule este momento a la evaluación o a la identificación de conceptos relevantes para la comprensión del concepto fotosíntesis en la estructura cognitiva de los estudiantes, esto no significa del todo, que la manera como la docente aborda el concepto fotosíntesis, genere un aprendizaje significativo en los estudiantes.

Salazar y Marques (2012), citados por Ascencio (2018), una de las grandes complejidades que experimenta la evaluación en nuestros días, es el recoger evidencias de lo aprendido. Esto adquiere mayor relevancia, cuando se focaliza la evaluación en aprendizajes significativos, debido a que lo verificable es la comprensión genuina de un concepto o proposición, lo que exige estar en posesión de significados claros, precisos, diferenciados y transferibles (p.7). En el caso del concepto fotosíntesis, se reconoce la presencia de muchos conceptos, cuya comprensión de sus significados requieren un nivel de abstracción ejercitada de manera gradual. Es por ello que se debe "armonizar; qué debe aprender el estudiante (objetivo), de qué manera va a ejercitar dicho aprendizaje (actividad de aprendizaje), y cómo se va a evidenciar lo aprendido (evaluación). De la misma manera, se resalta la importancia de que exista la perfecta congruencia entre el Aprendizaje-Actividad-Evaluación-Estilos de Aprendizaje para lograr la efectividad del aprendizaje, es decir se debe considerar la manera en que aprende el estudiante (Ascencio, 2018, p.9). Por lo anterior, es indispensable reconocer que la evaluación es un elemento esencial del currículo, del proceso de enseñanza-aprendizaje, por ello se le debe dar un sentido diferente cuando se relaciona la evaluación con la "valoración", desde el significado de cualidad, significancia e importancia y no como un mero valor absoluto que en sí posee un número.

7. CONCLUSIONES

El análisis histórico-epistemológico que se ha realizado del concepto fotosíntesis, ha permitido tener en cuenta la transposición didáctica que ha sufrido este concepto para ser apto como objeto de enseñanza; fue obviamente gracias al análisis alrededor del mismo, lo que permitió poder determinar la dificultad para la enseñanza – aprendizaje de este concepto; pudiéndose prescribir que este es presentado al lector de una manera digerida y sin sentido, al punto de ser limitado conceptualmente y exhibiendo su ecuación química como una mera matematización memorística de la misma.

Dentro de este proceso se pudo constatar que en la enseñanza del concepto fotosíntesis, tiende a persistir la misma utilización clásica de la ecuación química que se desarrolló históricamente, cuando se concebía la luz como parte de los reactivos, como si esta no hubiera alcanzado la formulación que actualmente se ha elaborado, esto es, la luz solar como fuente de energía, generando confusiones, sobre todo para la enseñanza del concepto fotosíntesis desde la Química, por lo que dificulta un aprendizaje interdisciplinar del mismo.

Además, al no aclarar a los estudiantes la diferencia entre la nutrición y la respiración de las plantas, (aunque estos dos procesos vitales estén relacionados son procesos inversos) acarrea consigo las concepciones erróneas del concepto fotosíntesis. Por lo que se debe aclarar que este es el proceso mediante el cual las plantas elaboran su propio alimento, la glucosa y liberan Oxígeno, mientras que, en la respiración, al igual que los seres humanos, las plantas toman oxígeno y liberan dióxido de carbono. Inmersa en esta falencia, se pudo encontrar la dificultad para relacionar el mundo microscópico (celular y atómico: elementos químicos) y el mundo macroscópico, sobre todo porque el concepto se presenta a los estudiantes de la manera como se explicaba su existencia a principios de la historia del mismo (teoría del humus) de una manera imaginaria,

como cuando se hace mal uso de las analogías; e improbable, cuando no se llevan a cabo experiencias de laboratorio que implique por parte de los estudiantes la comprobación en vivo del fenómeno.

La forma como el libro de texto expone la existencia de las mismas dificultades de aprendizaje, haciendo uso de representaciones gráficas que no están acompañadas de experiencias que permitan crear conciencia de la realidad del fenómeno fotosíntesis, lo que a la larga tiende a ocasionar lo mismo que causaba dichas descripciones improbables en el ser humano hace unos siglos, duda. Por ello la importancia de que los docentes empleen modelos de explicación y recursos didácticos conscientemente planeados y no como un conjunto de actividades repetitivas que tienden a crear un sistema de memorización vana del concepto. Por ello, es imprescindible que cuando se haga uso de los libros de texto como instrumento de apoyo para el proceso de enseñanza – aprendizaje, se realice una lectura crítica de los mismos, sin crear una dependencia ciega de cada una de las temáticas presentadas por este, puesto que se podría estar tomando los errores didácticos que han sido transpuestos en los libros y estar siendo de alguna manera “pasados” a los próximos niveles del proceso de transposición didáctica, como lo son el maestro y el estudiante, donde se convierte en una cadena “contagiosa” de faltas, en donde este, el estudiante se convertiría en el último eslabón frágil en una cadena donde todo lo que se “aprende” viene a ocasionar resultados que bien podrían ser constructivos o destructivos para una sociedad en pleno desarrollo.

La enseñanza de las ciencias naturales es de suma importancia para los individuos ya que les capacita para comprender su entorno natural y desarrollar habilidades, elementos básicos para construir el pensamiento científico. La construcción de este pensamiento científico debe darse en la escuela, desde los primeros años de escolaridad y teniendo en cuenta los niveles de comprensión de los niños. Por esta razón, analizar

la didáctica específica de las ciencias naturales constituye una labor imprescindible para el docente quien pretende enseñar, ya que esto le permite basar sus estrategias didácticas en aspectos epistemológicos y didácticos acordes con la naturaleza del conocimiento científico de las ciencias naturales.

El diagnóstico sobre la enseñanza del concepto fotosíntesis realizado a la docente, mostró elementos de análisis, que permitieron evidenciar las estrategias usadas para abordar un fenómeno natural. Se resalta por ejemplo, la intención de la docente de generar espacios de participación, el interés por obtener las ideas previas de sus estudiantes mediante el uso de tarjetas con imágenes, el uso de explicaciones mediante analogías, el uso de videos con miras a que los estudiantes relacionen lo visto en clase con imágenes, sin embargo, también logra verse algunas debilidades en ciertos aspectos, como por ejemplo, iniciar temáticas nuevas sin tener en cuenta un abordaje histórico del desarrollo evolutivo del concepto, mostrando, de esta manera, una visión limitada y absolutista de la ciencia. También se evidencia estrategias didácticas conductistas orientadas por el modelo de enseñanza de transmisión por recepción significativa, en donde prevalece la explicación verbal y expositiva en las clases, el inadecuado uso del libro de texto en el salón de clase, usándolo solo para que los estudiantes copien el concepto en sus cuadernos y el uso de la evaluación como propósito sumativo.

Las estrategias didácticas usadas por la docente de ciencias naturales, con sus fortalezas y debilidades, deben ser objeto de reflexión y crítica constante durante su quehacer pedagógico, con la finalidad de que se conviertan en una herramienta que posibilite el aprendizaje. Una manera de estar en permanente formación didáctica es, por ejemplo, continuar fortaleciendo la formación disciplinar, es decir, el conocimiento de contenidos (desde la epistemología de los saberes), y la formación didáctica, es decir, el conocimiento didáctico del contenido para identificar las implica-

ciones didácticas de lo que enseña. Lo anterior debe estar aunado a los objetivos que desde el ministerio de educación nacional se promueven para la enseñanza de las ciencias naturales, los cuales están contenidos en los lineamientos curriculares, estándares básicos de competencias y Derechos básicos de aprendizaje en Ciencias Naturales.

En relación a lo que propone el Ministerio de Educación Nacional en los lineamientos curriculares y los estándares básicos de competencias, se reconoce una propuesta formativa muy importante que brinda orientaciones teóricas y metodológicas útiles sobre la enseñanza, en donde el docente puede identificar características particulares de las ciencias naturales y usarlas a su favor para el desarrollo de competencias en esta área del conocimiento. Por lo tanto, los docentes en ciencias deben servirse de esta herramienta, para la planeación de estrategias didácticas en el aula de clase, con el objetivo de fortalecer los procesos formativos de sus estudiantes.

Es importante mencionar que para que haya una efectividad en la enseñanza de las ciencias naturales con miras al desarrollo del pensamiento científico, desde lo que se plantea por el Ministerio de Educación Nacional (lineamientos y estándares) y lo que se muestra en la historia evolutiva del conocimiento científico, deben existir ciertas condiciones educativas. En estos documentos puede verse que el aprendizaje necesitó el uso de ciertos espacios físicos, necesitó de amplios espacios de tiempo, y se apoyó en actividades realizadas por grupos pequeños de científicos, que luego conformaron las grandes comunidades científicas. Estas condiciones en el contexto escolar, que están muy por encima de las condiciones mismas del docente (conocimiento de saberes y conocimientos didácticos) se refieren a los espacios físicos de la institución, a la cantidad de estudiantes por salón y los tiempos establecidos para el desarrollo de las clases. Las instituciones deben contar con aulas de clase amplias que contengan enseres en buen estado, así como de

espacios que puedan ser usados como laboratorios con los implementos básicos. De igual manera la cantidad de estudiantes por aula influye en los procesos de enseñanza y aprendizaje, permitiendo o no la adecuada orientación y supervisión de las actividades planteadas por el docente. Por otro lado, los tiempos usados para desarrollar las actividades, se ven influenciados por calendarios académicos y planes de asignatura, en donde se estipulan tiempos y saberes que deben ser cumplidos, tanto por docentes como por los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Faneite, S., Andrade Boscán, A. (2014). *Estrategias de Enseñanza para Promover el Aprendizaje Significativo de la Biología en la Escuela de Educación*. Universidad del Zulia. Venezuela.
- Ahumada Acevedo, P. (2001). *La evaluación en una concepción de aprendizaje significativo*. Universidad Católica Valparaíso. Chile.
- Ascencio Salazar, J. (2018). Evaluación de aprendizaje significativo y estilos de aprendizaje: alcances, propuesta y desafíos en el aula. Universidad de La Frontera. *Revista Tendencias Pedagógicas*, 31. Chile.
- Chevallard, Y. (1998). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Grupo editor Aique. Tercera edición. (p.16).
- Cifuentes Gil, R. M. (2011). *Diseño de proyectos de investigación cualitativa. Centro de publicaciones educativas y material didáctico*. Buenos Aires, Argentina.
- Díaz Gómez, M. A., Guzmán Anaya, E. M., Rodiño Hernández, Y. E., Aguilar Mosquera, Y. (2012). *La Formalización del Concepto de Fotosíntesis a Partir del Principio de Conservación de la Energía en la Enseñanza de las Ciencias. Un análisis Histórico-Epistemológico desde la Perspectiva de Mayer. Asociación Colombiana para la investigación en Educación en Ciencias y Tecnología EDUCyT*. Antioquia.
- Eder, M. L., Adúriz-Bravo, A. (2008). *La Explicación en las Ciencias Naturales y en su enseñanza: Aproximaciones Epistemológica y Didáctica*. Universidad de Caldas. Manizales, Colombia.
- Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.
- Fernández Palop, M. P. & Caballero García, P. A. (2017). El libro de texto como objeto de estudio y recurso didáctico para el aprendizaje: fortalezas y debilidades. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*.

- Giмено Sacristán, J. (1992). *Teoría de la Enseñanza y desarrollo del currículo*. Buenos Aires: Rei Argentina.
- Hernández Bañol, L. S., Pantoja Eraso Giyola, V. (2015). El Video Educativo como estrategia para apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje en la asignatura de Biología con estudiantes de sexto grado del Colegio Remigio Antonio Cañarte de la Ciudad de Pereira.
- Lavilla, L. C. (2011). La evaluación. *Revista Pedagogía Magna*, 11.
- Martínez Miguélez, M. (2004). *Ciencia y arte en la Metodología cualitativa*. Edición Trillas S.A. ISBN 968-24-7011-0. México.
- Maykut, P. y Morehouse, R. (1994). *Comienzo de la investigación cualitativa, una guía filosófica y práctica*. Londres: The Falmer Press.
- Orgill, M. K. y Bodner, G. (2005). Qué nos dice la investigación acerca del uso de analogías para enseñar química: Investigación y práctica. USA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(1), 115-117.
- Quiceno Serna, Y. (2012). El conocimiento científico: Aportes de Gastón Bachelard a la enseñanza de las ciencias. *Revista Ciencia en la Escuela*.
- Ruiz Ortega, F. J. (2007). *Modelos Didácticos para la Enseñanza de las Ciencias Naturales*. Universidad de Caldas. Manizales, Colombia.
- Sáenz Guarín, J. E. (2012). *La Fotosíntesis, Concepciones, Ideas Alternativas y Analogías. Unidad Didáctica Dirigida a Estudiantes de los Ciclos 3 y 4 de Educación Básica del Colegio José María Carbonell*. Universidad Nacional de Colombia.
- Sánchez Barajas, V. (2016). *Importancia de la Fotosíntesis para la Vida en la Tierra*. Universidad de Jaén. España.

Cómo citar el capítulo (APA): Arias Suárez, K., Gualdrón Vivas, D., Hernández, Y.K., y Barrera, L. (2020). Diagnóstico de la enseñanza del concepto fotosíntesis por parte de la docente de ciencias naturales del grado sexto. En Y.K. Hernández., Y.L. Contreras-Santander., A.J. Aguilar-Barreto., L. Barrera., y M. Florez-Romero. (Ed.), *Educación, prácticas pedagógicas alternativas*. (pp. 107-144). Cúcuta, Colombia: Ediciones Universidad Simón Bolívar.

Cómo citar el capítulo (VANCOUVER): Arias Suárez K, Gualdrón Vivas D, Hernández YK, Barrera L. Diagnóstico de la enseñanza del concepto fotosíntesis por parte de la docente de ciencias naturales del grado sexto. En: Hernández YK, Contreras-Santander YL, Aguilar-Barreto AJ, Barrera L, Florez-Romero M, editores. *Educación, prácticas pedagógicas alternativas*. Cúcuta, Colombia: Ediciones Universidad Simón Bolívar; 2020. p. 107.