

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.¹

María Alejandra Díaz Gómez², Ellen Margarita Guzmán Anaya³; Yularsi Esther Rodiño Hernández⁴; Yirsen Aguilar Mosquera⁵

52

RESUMEN

Es oportuno resaltar, la importancia de la historia y la epistemología de las ciencias cuando se aborda el concepto de fotosíntesis en las aulas escolares. En análisis realizados a investigaciones se evidencia, la confusión de los estudiantes al abordar este concepto; reducen los procesos de fotosíntesis a una reacción química que únicamente deja ver unos productos iniciales y finales, sin explicitar las transformaciones ocurridas en dichos procesos. Al respecto, puede decirse que parte de la problemática es heredada de los libros de texto que no desarrollan enfoques que posibiliten la construcción de la fenomenología que ayude a identificar variables que trasciendan el análisis de los estados y las transformaciones. Esto resulta confuso a la hora de relacionarlo con otros conceptos físicos como conservación de energía; sobre todo si se asume que el concepto de fotosíntesis puede ser construido en términos de energía como un concepto estructurante en la explicación de diferentes situaciones físicas y biológicas.

¹ Este artículo hace parte de la Investigación monográfica que se está llevando a cabo actualmente en la línea de historia y epistemología de las ciencias de la facultad de educación.

² Universidad de Antioquia /Facultad de educación, (malejandra.diazg@gmail.com)

³ Universidad de Antioquia /Facultad de educación, (ellencita222@hotmail.com)

⁴ Universidad de Antioquia / Facultad de educación, (yukis1224@hotmail.com)

⁵ Universidad de Antioquia / Facultad de educación, (yirsena@gmail.com)

Con el propósito de construir rutas conceptuales que den sentido y permitan resignificar la fotosíntesis y su enseñanza, se realiza un análisis histórico epistemológico a partir del principio de conservación de la energía desde la perspectiva de Robert Mayer, expuesto en sus memorias Observaciones sobre las fuerzas de la naturaleza inanimada, escrita en 1842, donde este principio es abordado desde la causalidad como función. Este enfoque permite la formalización de la energía y la fotosíntesis como interdependientes, indestructibles y convertibles. Se plantea, entonces, un proceso de formalización de la fotosíntesis centrado en estados y transformaciones.

Palabras claves: *Fotosíntesis, Energía, Formalización, Enseñanza y Aprendizaje.*

ABSTRACT

Is the opportunity of result the importance of the history and the episthemology of the sciences when is taken the concept of the photosynthesis in the rooms of the school. howeverIn investigations analized is evidencied,the confution of the students at the time to take this concept ,reduce the process of photosynthesis to a chemical reaction than only let to see some products beginners and in the end without explain the transformations than happen in these Processes .to respect can I said than part of the problem is herency of the books of text than don't develop themes than give the possibility the costruction of the phenomenology than help To identify shapes than up the analysis of the estates and the transformations. This is the result confuse at the time of relation with others phisycal concepts how energy Conservation; especially if it is assumeo that the concept of photosynthesis can be constructeo in terms of energy as a concept in structuring the explanation of different physical and biological situations.

With the purpose of construct concepts ways than give sense and let re meaning the photosynthesis and the teaching of this concept is realized an analysis historical Epistemological to begin this principle of the conservation of the energy since the perspective of Robert Mayer expose in a book "observations on the energies of inorganic nature" (1842), Where this principle is taken since the causality how a function. This approach allows the formalization of the energy and the process of photosynthesis as interdependent and convertible, interdestructibles. Then arises, a formalization process of photosynthesis centered on states and transformations.

keywords: *photosynthesis, energy, formalization, teaching, and learning.*

1. INTRODUCCIÓN

1.1 A PROPÓSITO DEL CONCEPTO DE FOTOSÍNTESIS EN EL CONTEXTO DE LA ENSEÑANZA.

A través de algunas investigaciones analizadas con respecto al concepto de fotosíntesis, se evidencia que existen ciertas dificultades a la hora de abordar y comprender los procesos fotosintéticos, muchos de las cuales persisten luego de ser trabajados en las clases de ciencias, quizá, como consecuencia de las concepciones epistemológicas de los profesores, los diseños curriculares, los libros de textos; pero fundamentalmente, se cree que estas dificultades se perpetúan por la enseñanza desde enfoques memorísticos y repetitivos de conceptos y reacciones que no tratan de mostrar los factores influyentes, las etapas y transformaciones que dan cuenta de los procesos llevados a cabo en la fotosíntesis.

Por consiguiente y de acuerdo con dichos análisis, se presenta que esta problemática es en gran medida causada por algunos libros de textos, así que, el concepto de fotosíntesis se reduce entonces a una simple definición, y en función

de ello se muestra una reacción química que sólo deja ver unos productos iniciales y otros finales, sin explicitar los cambios y funciones de los productos energéticos para formar moléculas orgánicas. Paralelo a esto, en la enseñanza es poco usual la reflexión y contextualización de los fenómenos que debe circunstancias y condiciones que dieron lugar y posibilitaron la construcción de las fenomenologías, lo que deja ver un análisis fragmentado y parcial de los fenómenos. Para ejemplificar tales consideraciones, se trae a alusión a (Espinel, Mendieta, Arbeláez, & Alcárcel, 1997, pág. 138) cuando en su libro de texto consideran que “la fotosíntesis es el proceso inverso a la respiración, que se realiza durante el día en presencia de luz solar, en los cloroplastos de las hojas. La reacción general es $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Luz}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ ”. En esta manera de presentar la fotosíntesis pueden identificarse algunas limitaciones al no tener en cuenta que hay unas fases en los procesos fotosintéticos donde la luz no interviene directamente, que no solo se da en el reino vegetal, que existen otros organismos como las algas verdes y algunas bacterias que también realizan fotosíntesis, lo que conlleva también a que los estudiantes tiendan a “confundir la energía como medio para producir calor, además, concebir la energía como un factor para mantener saludable a las plantas y desconocer donde queda contenida la energía como resultado de la fotosíntesis” (Charrier, Cañal, & Rodrigo, 2006), esto, gracias al desconocimiento de las transformaciones que se dan de energía lumínica a energía química en tal reacción, resaltándose que la fotosíntesis es un concepto que se construye en términos de energía como base para explicar diferentes problemáticas, no sólo a nivel físico sino también biológico.

Es importante resaltar que si bien la fotosíntesis es uno de los temas especialmente relevantes en la enseñanza de las ciencias, el grado de dificultad que se presenta en su enseñanza y aprendizaje, obliga a pensar en propuestas para su enseñanza que supere la memorización y se centre en la construcción de fenomenologías que retomen las circunstancias y condiciones de ocurrencia del fenómeno.

1.2 EL USO DE LA HISTORIA Y LA EPISTEMOLOGÍA EN LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE FOTOSÍNTESIS

Es importante señalar cómo la historia y la epistemología ha contribuido significativamente a la enseñanza de las ciencias, resaltando, que el componente histórico y epistemológico a la hora de enseñar un conocimiento científico se convierte en un elemento esencial para el análisis y la fundamentación de las diferentes disciplinas del saber, de igual forma posibilita explicitar las concepciones o puntos de vista que tienen los maestros sobre la construcción del conocimiento.

Por ello, la historia y la epistemología de las ciencias en la enseñanza del concepto de fotosíntesis permite no sólo 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. Por una parte, este tipo de análisis propicia que la ciencia se vea como una actividad de humanos y en tal sentido, puede entenderse que sus productos pueden ser diferentes, lo que le otorga una gran posibilidad al maestro de cuestionar lo establecido, de reflexionar y 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 (Matthews, 1994). Este enfoque, puede facilitar una mejor comprensión del concepto de fotosíntesis y sus diferentes procesos.

Por otra parte, cuando se habla de humanizar las ciencias se hace referencia a dar a conocer las diferentes dificultades o vicisitudes que los científicos han tenido para llegar a la construcción del conocimiento. Ahora bien, poder llevar la historia y la epistemología al aula de clases contribuye a dejar de lado el enfoque memorístico del aprendizaje de formulas, reacciones, definiciones o leyes; y por

ende, en este caso dar un significado mas contextualizado de la fotosíntesis en los cuales sus procesos tengan sentido.

Sin embargo, para poder descentralizar la enseñanza memorística es importante tener en cuenta las concepciones que los docentes tienen a cerca de la ciencia, considerando que en gran medida nuestras formas de significarla reflejan la manera de enseñarla. Además se deja ver que el conocimiento científico se puede abarcar desde el estudio, análisis y reflexión de los acontecimientos históricos destacados en el desarrollo de la ciencia, que la ciencia es cambiante y que por consiguiente el conocimiento puede transformarse también. Abordar la enseñanza desde esta perspectiva puede posibilitar una mejor explicación y apropiación de los diferentes factores influyentes en los procesos fotosintéticos.

Por otra parte, la ciencia es un campo que se ha enriquecido con otras disciplinas del saber, por lo que gran parte de estos saberes son interdependientes; en este caso considerar desde la epistemología de las ciencias, el concepto de fotosíntesis como resultado de diferentes dinámicas, argumentos y análisis fenomenológicos se hace significativo, ya que de cierta forma se integran diversos elementos en su proceso formalización.

Por consiguiente la historia y la epistemología no solo ofrece una visión mas estructurada de la ciencia, sino que posibilita, a partir de sus aportes, a reconocer aspectos mas globales de la fundamentación del conocimiento y por ende hacer de la enseñanza un proceso que da cuenta de cómo surge y cómo se consolida el conocimiento científico.

Al tener en cuenta las consideraciones anteriores, se lleva a cabo un análisis de la manera como Robert Mayer formaliza el principio de conservación de la energía, por considerar que, su particular manera de abordarlo desde la causalidad como función posibilita que la fotosíntesis y la energía se resignifiquen en términos de: transformaciones interdependencia, indestructibilidad y convertibilidad.

2. LA FORMALIZACIÓN DE LOS FENÓMENOS FÍSICOS

Abordar el proceso de formalización supone, por una parte, crear las condiciones para la organización de la fenomenología y, por otra, la construcción de magnitudes y relaciones que posibilitan el proceso de dar forma al fenómeno; en este caso particular, se trata de los procesos de fotosíntesis. Conviene entonces resaltar que esta actividad implica una recontextualización que posibilita examinar el contexto, las condiciones y circunstancias que dieron lugar a la construcción del concepto, ley o principio.

En este contexto de significación, la recontextualización es asumida como un proceso que le posibilita al maestro, atendiendo a una intencionalidad pedagógica, ubicar el concepto, ley o principio en el contexto específico en el que se desarrolló, examinarlo y traerlo al contexto actual de la enseñanza. Esto implica rodearlo de un entorno y de un conjunto de elementos que combinados y dotado de nuevos significados, permitan mejorar su comprensión en el contexto escolar.

El interés se centra, entonces, en examinar los procedimientos y circunstancias que permitieron la formalización de lo que hoy se asume como principio de la conservación de la energía y como procesos fotosintéticos. En este sentido, es lícito pensar que esto no sólo permite una reorganización conceptual, sino que además posibilita maneras particulares de asumir la ciencia, el conocimiento y desde luego, maneras particulares de enseñar el concepto de fotosíntesis desde el principio de conservación de la energía.

El estudio de la conservación de la energía se inicia frente a la necesidad de un cambio de pensamiento, que predominaba en el siglo XVIII donde se tenía una concepción unidireccional del principio de causalidad. Los efectos eran analizados a partir de unas causas únicas. En este contexto temporal predominaba un pensamiento causalista, los fenómenos eran efectos que obedecían a una causa, y todos podían ser reducidos a fenómenos de movimiento, reducir todo a

movimiento posibilitaba construir explicaciones en términos de fuerzas. No obstante, en el siglo XIX, se presenta un cambio de rumbo, como producto de la revolución de las máquinas, la llamada revolución industrial; las máquinas posibilitaron ver las transformaciones del movimiento y los cambios generados por éste. La física causalista y mecanicista es desplazada por el fenomenismo, aportando un cambio radical en las formas del pensamiento humano; no sólo daba solución, si no que apoyaba el sentido y la razón frente a problemas que tanto el hombre y la física se habían planteado (Cassirer, 1986).

Es claro ver en ese contexto, que muchos fenómenos estaban preocupando al hombre en su momento. Se sabía que se daban algunas transformaciones en la naturaleza y que estaba ahí la conservación de la energía, de la cual no se daba afirmación alguna, de lo que sí se afirmaba era que la naturaleza se comportaba de esa manera; pero sólo hasta ese momento esos elementos que la naturaleza le estaba brindando al hombre para ser observados, se volvieron accesibles y reconocibles, lo que motivó a que muchos investigadores indagaran sobre esas transformaciones, pues cada uno de los diferentes pensadores aludió al principio y aportó a su desarrollo de una forma diferente, sin llegar a mencionar lo mismo (Kuhn, 1982).

Este cambio de mirada hace que el hombre analice los fenómenos desde la globalidad, es decir desde la interdependencia de los fenómenos, lo que no sólo replantea la causalidad como una función sino que además, se constituye en un nuevo modo de ver, el cual resulta acorde con la perspectiva energética y que se considera, posibilita una reorganización conceptual de la fotosíntesis, analizando no sólo estados sino también las transformaciones que suceden en el proceso.

3. PROCESOS DE FORMALIZACIÓN DE LOS FENÓMENOS DESDE LA PERSPECTIVA DE MAYER

En el análisis realizado a la perspectiva de Mayer, se logran evidenciar algunas estrategias que se constituyen en una manera fructífera de formalizar los fenómenos y de resolver algunos problemas de su época: el establecimiento de condiciones iniciales y la formulación de los principios de indestructibilidad y convertibilidad como posibilitadores del principio de conservación de la energía.

60

3.1 ESTABLECIMIENTO CONDICIONES INICIALES EN EL PROCESO DE FORMALIZACIÓN

En sus memorias tituladas Observaciones sobre las fuerzas de la naturaleza inanimada escrita en 1842, Mayer introduce una manera poco usual y revolucionaria de abordar los problemas de la ciencia. En su enfoque, la fuerza se constituye en el concepto estructurante de la física y deja de ser un accidente de la materia. Para esta época, este concepto no alcanzaba las precisiones que se había logrado con el concepto de materia y se constituye en objeto de exploración por muchos investigadores. Mayer (1973), al tratar de dar respuesta al problema sobre cómo pueden ser asumidas las fuerzas y cómo se comportan las fuerzas entre sí, introduce el concepto de energía y conservación de la energía que años después se constituye en un concepto fértil en la organización de los fenómenos.

La manera de concebir la fuerza como un accidente de la materia llevaba a la consideración y separación del orden material y el orden dinámico. En la naturaleza se consideraban dos tipos de causas: La primera categoría comprende las causas que poseen las propiedades de ser ponderables e impenetrables; estas son las materiales y hacen alusión a una característica cuantitativa que sólo es posible identificar a través de propiedades como el peso y el volumen. La materia es entendida en términos de indestructibilidad al igual que la fuerza. La segunda abarca las causas que carecen de esas propiedades; estas son las fuerzas, definidas como objetos indestructibles, variables e imponderables. Por esto, la

característica fundamental de toda fuerza, es la indestructibilidad asociada con variabilidad. Se trata, por lo tanto, de una causa a la que se le atribuye la virtud muy particular de producir un efecto sin disminuir ella misma (Mayer, 1973). En aquel momento, la experiencia indicaba la posibilidad de convertir materia en fuerza o viceversa. Conviene precisar que en Mayer la fuerza no debe entenderse en el sentido newtoniano, sino en términos de lo que hoy se conoce como energía.

La causa material (como el movimiento) puede cesar sin producir ningún efecto; mientras que la fuerza como causa dinámica, al ser indestructible, no puede anularse, pero sí puede transformarse en otro fenómeno. Es justamente este enunciado que, posteriormente da lugar al principio de conservación de la energía, lo que permite asegurar que, la conservación de la energía es consecuencia de asumir que la fuerza no puede anularse pero si se pueda transformar en otros fenómenos.

Pero a la base de todo esto está, como condición inicial incuestionable, el principio de causalidad, causa *aequat effectum*. Es oportuno entonces subrayar el nuevo problema que se debe enfrentar: si los fenómenos con causas materiales pueden cesar y si la única posibilidad de las causas dinámicas (fuerzas) es la de transformarse, entonces, ¿qué otra forma puede tomar la fuerza que hemos aprendido a conocer como fuerza de caída y como movimiento? (Mayer, 1973). Sobre este asunto se volverá más adelante.

Por otra parte, en este nuevo enfoque con la fuerza como objeto físico, surgen modos distintos de reorganizar los fenómenos y la fuerza posteriormente será traducida como energía, concepto que ocupará un lugar importante en la nueva forma de ver el mundo.

En términos generales se puede decir que, para Mayer (1973) formalizar el Principio de Conservación de la Energía, parte de la formulación del principio de causalidad, indestructibilidad de la materia y la convertibilidad de los fenómenos.

Estas condiciones iniciales las aborda a partir de una conceptualización sobre la materia, fuerza (energía), movimiento y calor.

3.2 LA INDESTRUCTIBILIDAD Y LA CONVERTIBILIDAD COMO PRINCIPIOS ESTRUCTURANTE EN EL PROCESO DE FORMALIZACIÓN DE LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

62

En el proceso de formalización del principio de conservación de la energía, Mayer asume dos principios que caracterizan su modo de ver y su particular manera de organizar los fenómenos: La indestructibilidad de la materia y la fuerza y, la convertibilidad de los fenómenos.

3.2.1 LA INDESTRUCTIBILIDAD DE LA MATERIA Y DE LA FUERZA

Para comprender la indestructibilidad de los fenómenos, veamos el siguiente razonamiento de Mayer:

“La causa es igual al efecto. Si la causa c tiene el efecto e , entonces $c=e$. Si e es a su vez la causa de otro efecto f , $e = f$ y así: $c = e = f = \dots = e$. Como es evidente para la naturaleza de una ecuación, en una cadena causal de este tipo, ni un miembro ni la parte de un miembro puede nunca ser cero. Esta propiedad de todas las causas la llamamos su indestructibilidad”. (1973, p. 277).

De este planteamiento, se desprenden aspectos bien interesantes. En primer lugar, la causalidad es significada como una función en donde la interdependencia de los fenómenos es el factor importante. En segundo lugar, como consecuencia de lo anterior, la energía puede ser asumida como causa de otros fenómenos o de otro efecto, que desencadena en una serie de consecuencias que la contienen en su totalidad o parcialmente. En el caso de contenerla parcialmente, debe pensarse en otras manifestaciones, pero en ningún caso será aniquilada o reducida a cero. En este sentido, se puede decir que, es justamente la consideración de la

indestructibilidad de la materia y de las fuerzas lo que le permite a Mayer asumir la indestructibilidad de la energía y en consecuencia la conservación de la misma.

3.2.2 PRINCIPIO DE CONVERTIBILIDAD

El Principio de Convertibilidad desde esta perspectiva causal, permite suponer las causas como generadoras de unos efectos, que a su vez, son consideradas causas creadoras de otros efectos, esto es:

“si la causa C ha producido un efecto e , entonces, por lo tanto, C ha dejado de existir convirtiéndose en e ; si después de la producción de e , C subsistiera aún, en todo o en parte, entonces a esta causa subsistente debería corresponder un efecto adicional; luego el efecto de C debería ser mayor que e ($C > e$), lo que es contrario al supuesto $C = e$. Por lo tanto, como C se convierte en e , y a la vez éste se convierte en f , etc. Debemos considerar estas magnitudes como las diferentes formas de manifestación de un sólo y mismo objeto” (Mayer, 1973, p. 277).

Bajo el principio de indestructibilidad, la causa es igual al efecto; pero dentro del principio de convertibilidad se contempla la posibilidad de que la causa no se convierta totalmente en su respectivo efecto, sino que de modo parcial, lo que resta de la causa, genera efectos adicionales rompiendo con la igualdad de la ecuación. Es en éste sentido, que los efectos de la causa inicial superan al efecto. La combinación de estas propiedades, le permitió a Mayer afirmar que las causas son objetos cuantitativamente indestructibles y cualitativamente convertibles, ya que obedecen a expresiones propias de un objeto. Tal reflexión, reafirma la característica imponderable de las causas y en últimas de la energía.

Finalmente, esta manera particular de Mayer significar el principio de conservación de la energía y de asumir la interdependencia de los fenómenos, posibilita, para la enseñanza, un enfoque global de la fotosíntesis.

4. FORMALIZACIÓN DE LA FOTOSÍNTESIS DESDE EL PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

Tal como se ha planteado, asumir la fotosíntesis desde la conservación de la energía y desde la interdependencia de los fenómenos propuesta por Mayer permite una resignificación de este concepto. Conviene entonces decir que, en la fotosíntesis la energía lumínica se convierte en energía química, y el carbono queda fijado en los compuestos orgánicos, con una reacción representada de la siguiente forma: $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{A} + \text{Luz} \rightarrow (\text{CH}_2\text{O}) + \text{H}_2\text{O} + 2\text{A}$; donde H_2A representa el agua o cualquier otras sustancia que pueda ser oxidada, de la cual pueden ser extraído electrones. En su primera etapa utiliza la energía luminosa para formar ATP a partir de ADP (energía), en la segunda etapa de la fotosíntesis (fase independiente de la luz o fijadora del Carbono), los productos energéticos de la primera etapa se utilizan para reducir el carbono procedente del CO_2 a azúcares sencillos, lo cual implica convertir la energía química de las moléculas transportadoras en formas apropiadas para el transporte y almacenamiento y, al mismo tiempo, formar un esqueleto de carbono sobre el cual se pueda formar o construir otras moléculas orgánicas (Raven, Evert, & Eichhorn, 1991). Esta energía aquí mencionada da cuenta de las consideraciones de Robert Mayer cuando habla de la indestructibilidad de la materia y la fuerza. Por ende, para dar ese paso de convertir la energía luminosa en energía química se necesita de la absorción de luz por parte de los pigmentos fotosintéticos:

“[...] donde los electrones son lanzados de un nivel energético mayor (flujo de electrones) con tres posibles consecuencias: (1) la energía puede disiparse en forma de calor; (2) puede ser redimida en casi forma instantánea en forma de energía luminosa de mayor longitud de onda; o (3) la energía puede quedar fijada en un enlace químico, como ocurre en la fotosíntesis.” (Raven, Evert, & Eichhorn, 1991, p. 99)

En las reacciones oscuras (segunda fase) la energía química obtenida en las reacciones lumínicas se utiliza para reducir el carbono que para algas y cianobacterias se encuentra en el agua circundante y en la mayoría de las plantas se encuentra en aberturas especiales que se localizan en hojas y tallos. Esta reducción del carbono se da mediante una serie de reacciones conocidas como el Ciclo de Calvin, las plantas C₄ y el CAM que son movidas gracias al ATP y el NADPH₂ (paquetes de energía) producidas en las reacciones luminosas. (Raven, Evert, & Eichhorn, 1991)

Este orden dinámico de la fotosíntesis es lo que permite significarla desde el principio de conservación de la energía y lo que indica que la energía puede anularse sino transformarse, dando importancia a la interdependencia de fenómenos desde una mirada sistemática, por estados y variables. Esto lleva a suponer que, la conservación de la energía se constituye en el concepto estructurante de los procesos fotosintéticos.

5. IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

Es inevitable destacar que resulta de gran utilidad para en la enseñanza de las ciencias el enfoque planteado por Mayer sobre la causalidad como función y la interdependencia de los fenómenos. Por una parte, porque posibilita que el análisis de los fenómenos no se centre a las mismas variables y que se tenga una mirada holística sobre ellos. Por otra parte, ver los fenómenos como interdependientes, puede posibilitar que la ocurrencia de unos permita la explicación de otros en términos del fenómeno en el que se puedan identificar con mayor facilidad las variables.

Paralelo a lo anterior, el poder resignificar el concepto de fotosíntesis desde el principio de conservación de la energía, propuesto por Mayer, implica plantear en la enseñanza un nuevo enfoque que posibilita hacer un análisis de los procesos

fotosintéticos centrado en fenomenologías, desde el cual se puedan establecer relaciones y analizar las transformaciones que se dan en dichos procesos. En esta perspectiva se pueden generar condiciones que le permiten a los estudiantes conocer una nueva forma de conceptualizar fotosíntesis y por ende facilitar su comprensión; teniendo en cuenta que es un tema que se aborda a partir de una definición y una reacción química que debe ser memorizada, y desde lo cual no se logra hacer una significativa reflexión que posibilite su conceptualización y comprensión.

En este mismo sentido, el uso de la historia y la epistemología en la enseñanza de la fotosíntesis permite que los docentes de ciencias desarrollen nuevas propuestas metodológicas, encaminadas a la comprensión holística de los fenómenos fotosintéticos, además de propiciar un acercamiento más profundo y contextual a la hora de abordar este concepto en las aulas de clases o la enseñanza de las ciencias en general. Asimismo, reconocer y comprender otras maneras de significar la fotosíntesis da la posibilidad de construir y aplicar nuevas situaciones problemáticas, para que el estudiante comprenda que existe diferentes formas de abordar el conocimiento científico y qué modelos han sido aceptados en el devenir de la historia, dejando de lado el reduccionismo de la enseñanza centrada en conceptos y no en procesos de enculturación o de formación de hábitos científicos.

En definitiva, un enfoque histórico y epistemológico, puede favorecer la reconstrucción de métodos olvidados, a retomar las circunstancias que dieron lugar a la construcción de las teorías y dinámicas científicas y, desde luego, a mejorar la motivación de los estudiantes al sentirse con la posibilidad de cuestionar y reconstruir lo establecido por la actividad científica.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, M., Beltrán, H., Castillo, C., Castro, N., Daza, D., García, M., y otros. (2002). *ConCiencia. Ciencias Naturales y Educación Ambiental - Básica Secundaria*. Bogotá: Norma.
- Cassirer, E. (1986). *Fin y método de la Física teórica*. En: El problema del conocimiento. Fondo de cultura económica, México, V.4.
- Charrier, M., Cañal, P., & Rodrigo, M. (2006). *Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas*. Enseñanza de las ciencias, 401-409.
- Espinel, M., Mendieta, J., Arbeláez, N., & Alcárcel, M. (1997). *Ciencias 8. Exploremos la Naturaleza*. Bogotá: Prentice Hall de Colombia.
- Kuhn, T. (1982). *La Conservación de la Energía como ejemplo de descubrimiento simultáneo*. En: La Tensión Esencial. Fondo de cultura económica, México, .pp. 91-128.
- Mayer, R. J. (1973). *On the forces of inorganic nature*. Reprinted from R. B. Lindsay, Men of Physics, Oxford, pp. 277- 283.
- Matthews, M. (1994). *Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: La aproximación actual*. Enseñanza de la ciencias, 255-277.
- Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (1991). *Biología de las plantas*. Barcelona: Reverte, S.A.