

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS DE TIPO CONOCIMIENTO PREVIO, GENERAL Y VERBAL EN TORNO AL CONCEPTO FOTOSÍNTESIS EN ESTUDIANTES DE LICENCIATURA EN BIOLOGÍA DE LA UDFJC

EPISTEMOLOGICAL OBSTACLES OF TYPE GENERAL, PRIOR AND VERBAL KNOWLEDGE AROUND THE CONCEPT OF PHOTOSYNTHESIS IN UNDERGRADUATE IN BIOLOGY OF THE UDFJC

Andrea del P. Uyaban¹
Jenny J. Rodríguez A
Paula A. Pérez H
L. Paola Muñoz L²
Gustavo. Giraldo³

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad determinar los principales obstáculos epistemológicos que presentan los estudiantes que cursan diferentes semestres de Licenciatura en Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en torno al concepto fotosíntesis. Para ello, tomando como referente el enfoque cualitativo se realiza un cuestionario (constituido por cuatro preguntas generales y una parte que indica al estudiante hacer un dibujo) que se aplica a un grupo focal de 21 estudiantes, 13 de ellos de primer semestre y los 8 restantes, de diversos semestres que han cursado la asignatura fisiología vegetal. Con los resultados obtenidos se estableció un criterio de categorización de respuestas en los obstáculos escogidos por ser los más incidentes (*conocimiento previo, general y verbal*) y posteriormente se realiza una comparación entre los obstáculos de los estudiantes con diferente nivel de formación académica. Se evidencia que los estudiantes en semestres más avanzados, presentan enriquecimiento del lenguaje científico, lo cual se refleja en la menor incidencia del obstáculo verbal comparado con los estudiantes de primer semestre, así mismo, estos últimos presentan como obstáculo predominante el de tipo conocimiento previo. Es de resaltar que el obstáculo de conocimiento general se presenta en los dos grupos en una misma proporción. Se concluye que, si bien los obstáculos epistemológicos se presentan en los dos grupos de estudiantes y tienden a ser muy similares, en los estudiantes que ya han cursado la asignatura fisiología vegetal se evidencia un mayor enriquecimiento de tipo conceptual observado en el manejo de lenguaje científico.

¹ aduyabans@correo.udistrital.edu.co. Estudiante licenciatura en Biología UDFJC. Integrante semillero de investigación SILEAT-UD grupo de investigación BIOMOLC

² Estudiantes licenciatura en Biología UDFJC. Integrantes semillero de investigación KUMANGUI.
jennyrodriguez2122@gmail.com, paulaanperez@gmail.com, paolalaiton2041@gmail.com

³ Docente proyecto curricular licenciatura en biología UDFJC. Director de semillero de investigación SILEAT-UD grupo de investigación BIOMOLC. ggiraldoq@udistrital.edu.co



Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

PALABRAS CLAVE: Epistemología, conocimiento científico, fotosíntesis, concepto.

ABSTRACT

The present research aims to determine the main epistemological obstacles presented by students who attend different semesters of Bachelor's Degree in Biology from the Francisco José de Caldas District University around the concept of photosynthesis. To do this, taking as a reference, the qualitative approach is made a questionnaire (consisting of four general questions and a part that tells the student to make a drawing) that applies to a focus group of 21 students, 13 of them first semester and 8 Remaining, from several semesters who have taken the subject of plant physiology. With the results obtained a criterion of categorization of answers was established in the obstacles chosen because they were the most incidental (prior, general and verbal knowledge) and later a comparison between the obstacles of the students with different level of academic formation. It is evidenced that the students in more advanced semesters present enrichment of the scientific language, which is reflected in the lower incidence of the verbal obstacle compared to the students of the first semester, also, these last ones present as a predominant obstacle the type of previous knowledge. It should be noted that the obstacle of general knowledge occurs in the two groups in the same proportion. It is concluded that, although the epistemological obstacles present in the two groups of students and tend to be very similar, in the students who have already studied the subject of plant physiology, there is evidence of a greater conceptual enrichment observed in the management of scientific language.

KEYWORDS: epistemology, scientific knowledge, photosynthesis concept.

INTRODUCCIÓN

1.1 Obstáculos epistemológicos

En el proceso de construcción de conceptos científicos, el estudiante puede llegar a presentar gran cantidad de dificultades y limitaciones que le impiden llegar a generar un proceso de formación complejo; estas dificultades, de acuerdo con Bachelard (1976) pueden enmarcarse como obstáculos; el obstáculo, es un apego que impide el avance de la ciencia en tanto que impide crear y desarrollar el conocimiento real y empírico, al considerarse cómo los errores, prejuicios, opiniones de los docentes que son transmitidos al estudiante (Bachelard, 1996). A pesar de esto, no es conveniente ver simplemente el obstáculo como una mala concepción del conocimiento, ya que esta impide descubrir por sí mismo el verdadero conocimiento, deteniendo de esta manera el avance del ser, es necesario reconocer y erradicar los obstáculos en el proceso formativo. (Castro et al, 2010).



Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

Tradicionalmente el obstáculo se ha entendido como un error, algo que en el contexto escolar se asume como algo que hay que evitar o negar. En el modelo transmisivo el error, que se evalúa al término del proceso, es responsabilidad del alumno y debe ser castigado, mientras que en el modelo conductista el error se asocia a un defecto en la programación, que se modifica para poder así prevenir el error antes de que ocurra de nuevo. En el modelo constructivista, sin embargo, el error se entiende como algo positivo (es por ello que no se habla de error, sino de obstáculo), entendiéndose que el obstáculo epistemológico se explica por una dificultad objetiva en la apropiación del contenido, y se debe trabajar in situ, esto es, durante el proceso de apropiación, para superarlo. (Marzábal et al, 2014). Dentro de los llamados obstáculos epistemológicos se encuentran: la experiencia básica o conocimientos previos, el obstáculo verbal, el peligro de la explicación por la utilidad, el conocimiento general como obstáculo para el conocimiento científico y el obstáculo animista, centrando nuestra atención en Conocimiento previo, conocimiento general y conocimiento verbal.

- Conocimiento previo

Según Bachelard (1976) es el conocimiento que se adquiere en los primeros años de aprendizaje, este se sustenta en la experiencia inmediata y no se somete a crítica, puesto que se toma por algo natural e inmodificable, que en el transcurso de la historia, se ha dado de esa forma y que por ende, está exenta de cuestionamiento. A su vez, es una experiencia que reduce la realidad a los datos sensibles, en la cual lo que se observa o siente, es lo real y no surge la necesidad de abstraer una idea objetiva (Barón et al, 2009). Por su parte, Mora (2002) menciona que este obstáculo está conformado de informaciones que se perciben y se alojan en el espíritu generalmente en los primeros años de la vida intelectual, esas informaciones no se pudieron someter a crítica alguna, pues el espíritu se encontraba desarmado y altamente voluble dado que se encontraba sumergido en la inconsciencia del ignorar.

- Conocimiento general

Según Mora (2002) se produce al explicar mediante el uso de generalizaciones un concepto, ya que se cae, en la mayoría de las veces, en equivocaciones, porque los conceptos se vuelven vagos, e indefinidos, ya que se dan definiciones demasiado amplias para describir un hecho o fenómeno y se deja de lado aspectos esenciales, los detalles que son los que realmente permiten exponer con claridad y exactitud los caracteres que permiten distinguirlos y conceptualarlos correctamente. El conocimiento general como obstáculo epistemológico consiste en la creación o modificación de conceptos, generalizando las leyes propuestas por grandes personajes intelectuales reconocidos, sobre otros conceptos que han surgido fuera de la tradición histórica (Castro et al, 2010).

- Obstáculo verbal

Según Bachelard (1976), se presenta cuando mediante una sola palabra o una sola imagen se quiere explicar un concepto, es falsa la explicación lograda mediante una palabra explicativa, a través de esa extraña inversión que pretende desarrollar el pensamiento analizando un concepto, en lugar de implicar un concepto particular en una síntesis racional. Así es como hábitos puramente verbales, se convierten en obstáculos



del pensamiento científico que con una sola palabra hace referencia a la utilidad o función. Este obstáculo se ubica en los hábitos verbales utilizados cotidianamente, lo que los convierte en obstáculos más efectivos cuanto mayor sea su capacidad explicativa, es así como un término que aparezca claro y diáfano al entendimiento pasa a ser tratado como un axioma al que no es necesario explicar, deja de ser una palabra y pasa a ser una categoría empírica para el que lo utiliza (Mora, 2002). Es uno de los obstáculos más difíciles de superar puesto que tiene su fundamento en una filosofía fácil (Barón et al, 2009).

1.2 Fotosíntesis

En relación al término fotosíntesis, este es definido según Salisbury & Ross (1994) como un proceso bioquímico a través del cual la energía lumínica es absorbida e incorporada a la molécula de carbohidratos en forma de enlaces químicos, sin embargo, la fotosíntesis es un proceso muy complejo, que incluye el transporte de electrones y el metabolismo fotosintético del carbono (Taiz & Zeiger, 2006). La fotosíntesis comienza por la absorción de la energía lumínica a partir del sol y su transformación en ATP (Adenosin trifosfato) y NADPH (Nicotinamida adenina dinucleótido fosfato) en las membranas internas de los cloroplastos (granas y tilacoides), esto mediante la cadena transportadora de electrones en el proceso de fosforilación. El CO₂ se absorbe a través de los estromas y su reducción a triosas fosfato ocurre en el estroma de los cloroplastos con la participación de un gran número de enzimas, en el ciclo de calvin interviene principalmente la enzima Rubisco (Collazo & Rodés, 2006). En términos generales, la fotosíntesis cuenta de dos fases, la oscura y la luminosa, y su producción final es glucosa C₆H₁₂O₆, oxígeno gaseoso O₂ y agua H₂O. Es de resaltar que es un proceso inverso a la fotorrespiración y diferente a la respiración.

De esta manera, la fotosíntesis al ser un tema que abarca gran cantidad de información e interrelaciona diversos campos como lo son la biología, química y física, se constituye como uno de los conceptos que mayor dificultad presenta al momento de generar una comprensión. Por esta razón, se realizó el presente trabajo que tuvo como finalidad determinar cuáles podrían ser los principales obstáculos epistemológicos que presenta un grupo focal de estudiantes de primer semestre de Licenciatura en Biología y aquellos que ya han cursado la asignatura Fisiología vegetal del mismo programa académico en torno a este concepto.

METODOLOGÍA

El presente trabajo se realizó a partir de la implementación de un instrumento de caracterización (constituido por 5 preguntas abiertas en torno al concepto fotosíntesis) en un total de 21 estudiantes de Licenciatura en Biología de la Universidad Distrital FJC; 13 de ellos pertenecientes a primer semestre y los 8 restantes, estudiantes de diversos semestres que han cursado la asignatura fisiología vegetal. Para la identificación y categorización de los obstáculos presentados en torno al concepto fotosíntesis, se realizó una agrupación de las respuestas de los estudiantes en torno a tres obstáculos epistemológicos propuestos por Bachelard (1976) a saber: Conocimiento previo o



Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

experiencia primera, Conocimiento General y el Obstáculo Verbal, esto teniendo en cuenta el nivel de complejidad de la respuesta dada. (Ver tabla 1)

Tabla 1. Criterio de caracterización y categorización de las respuestas de acuerdo a su relación con obstáculo epistemológico para estudiantes de Licenciatura en Biología

OBSTACULO EPISTEMOLÓGICO	CRITERIO
CONOCIMIENTO PREVIO	El estudiante realiza una descripción a partir del establecimiento de relaciones con construcciones personales elaboradas con base a lo que ha observado a su alrededor, en su interacción cotidiana con el mundo y con las personas, pudiendo corresponder éstas a concepciones espontáneas, concepciones inducidas o concepciones analógicas.
CONOCIMIENTO GENERAL	El estudiante basa su descripción en definiciones demasiado escasas que no permiten abarcar características específicas de un aspecto o definición en particular, siendo esto producto de su construcción con base en las observaciones directas realizadas mediante los sentidos, su relación con aspectos de su cotidianidad o explicaciones previas de una temática en particular.
OBSTÁCULO VERBAL	El estudiante realiza su explicación de una manera muy generalizada mediante alusión a algunas características específicas de la temática a partir de comparaciones, metáforas o vivencias de su cotidianidad.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

De acuerdo con las categorías establecidas, se obtuvo la siguiente clasificación de las preguntas realizadas en el instrumento de caracterización (ver tabla 2-3)

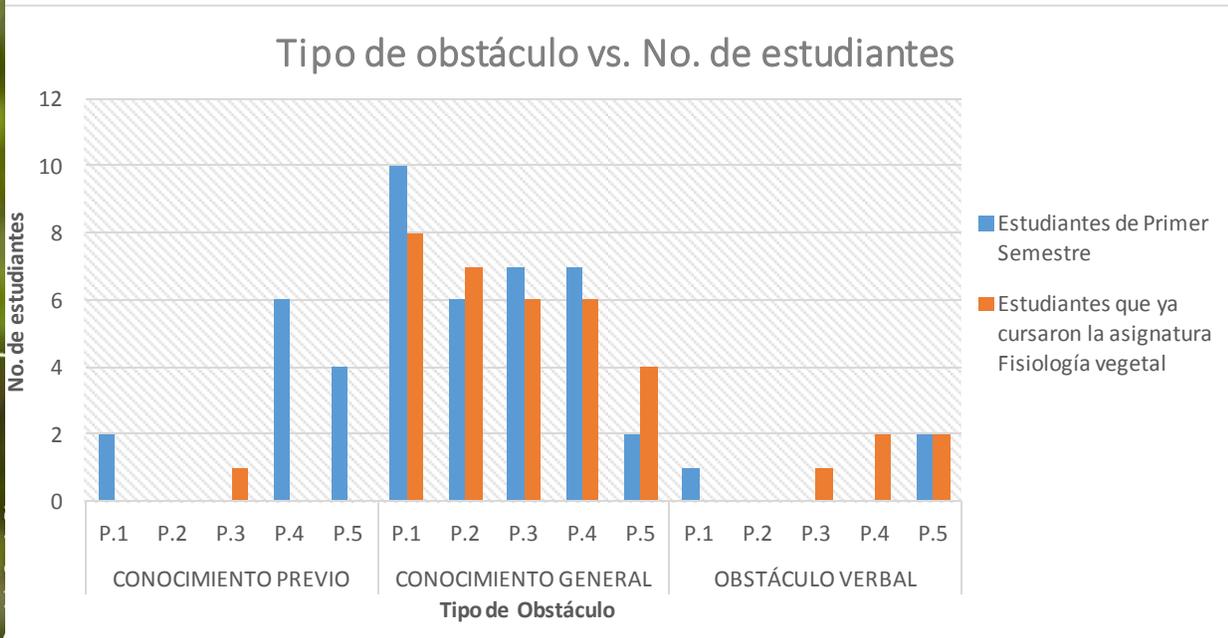
Tabla 2. Preguntas contenidas en el cuestionario entregado a los estudiantes de Licenciatura en Biología que cursan semestres académicos.

No. De pregunta	Enunciado
Pregunta 1	¿Qué es para Usted la fotosíntesis?
Pregunta 2	¿En qué se diferencia la respiración de la fotorrespiración? ¿Son lo mismo?
Pregunta 3	¿En qué consiste la fase oscura de la fotosíntesis? ¿Es el mismo proceso que realiza el ciclo de Calvin? ¿Tiene que darse obligatoriamente en ausencia de luz?



Pregunta 4	pregunta ¿Qué beneficio le proporciona el proceso de la fotosíntesis a los diferentes organismos?
Dibujo 5	A partir de un dibujo explique paso a paso la fase clara y la fase oscura de la fotosíntesis, indicando los productos que en estas se generan.

Tabla 3. Distribución de las respuestas de los estudiantes a las preguntas de la tabla 2 con categorización según tipo de obstáculo (Conocimiento previo, general y obstáculo



verbal).

A continuación, se encuentran algunos ejemplos de dibujo que dieron los estudiantes al enunciado número 5:

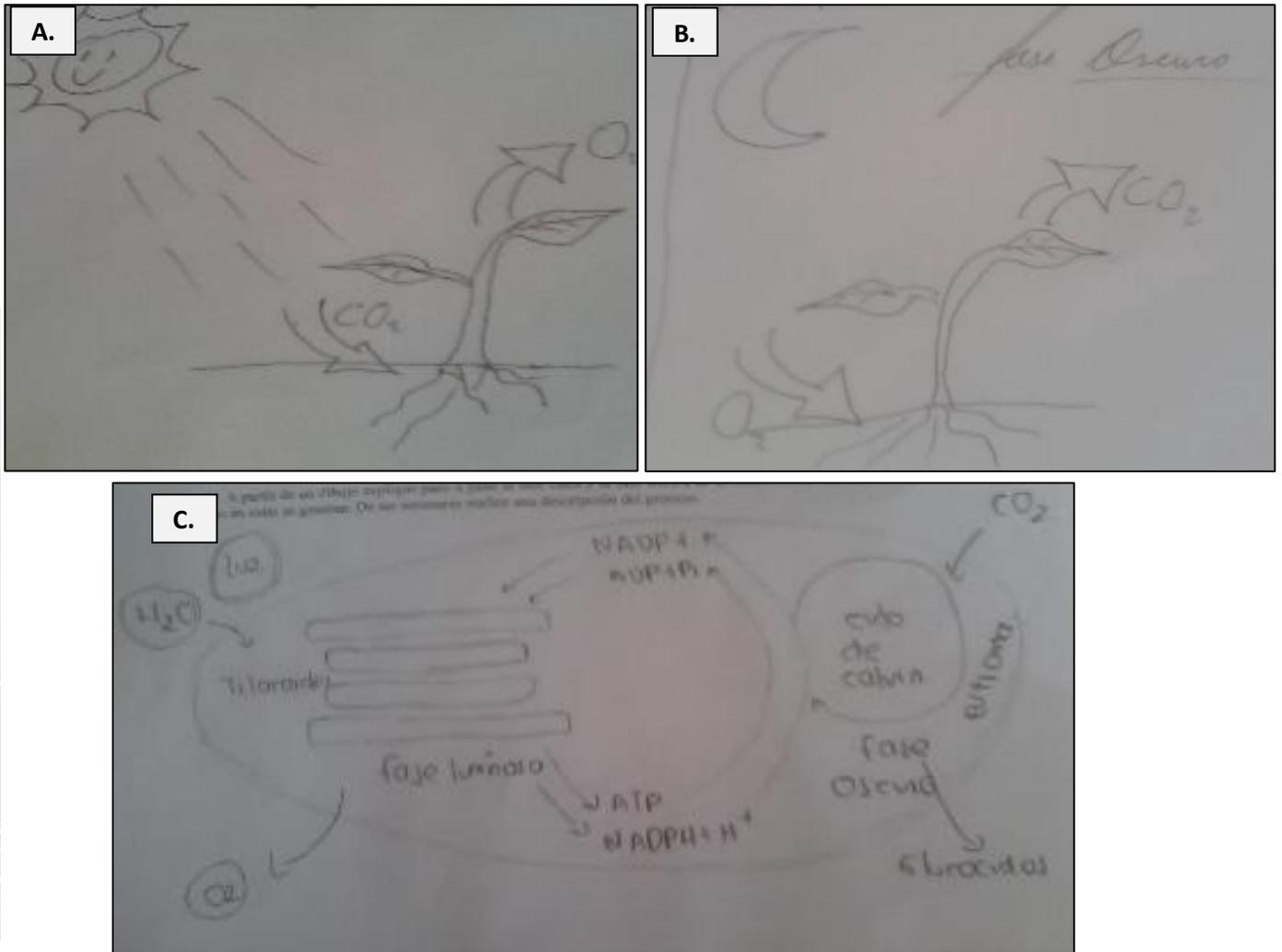


Imagen 1. Ejemplos de respuestas de estudiantes de primer semestre (A, B y C)

A partir de la categorización de los datos obtenidos en la prueba, se evidencia que los estudiantes en su mayoría tanto de primer semestre como aquellos que han cursado fisiología vegetal presentan un obstáculo epistemológico en torno al concepto fotosíntesis de tipo conocimiento general, seguido por la experiencia primera y en menor número estudiantes que presentan obstáculo de tipo verbal; esto permite observar que se tiende a establecer respuestas muy generalizadas que no permiten abarcar en su totalidad una característica específica de la temática desarrollada, lo cual genera definiciones erróneas. De acuerdo con Mora (2002) “muchas veces se dan falsas definiciones, que lejos de construir un concepto científico, se vuelven como hipótesis erróneas, que se construyen con base en las observaciones directas realizadas mediante los sentidos”, debido a que se dejan de lado detalles que son los que realmente le dan sentido a la

Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

definición y sobre todo, le dan validez científica, lo cual se puede evidenciar puntualmente en las respuesta de algunos estudiantes de primer semestre a la pregunta número 1 donde expresan que la fotosíntesis: *“es el proceso mediante el cual las plantas generan su propio alimento (Glucosa)”*; *“Proceso químico para sintetización de glucosa, a partir de CO₂, H₂O y energía solar”*; *“Proceso en donde la energía lumínica se transforma en energía química estable, ocurre en las hojas de las plantas”*. Estas definiciones son muy similares a las dadas por estudiantes que ya han cursado fisiología vegetal que a la misma pregunta responden: *“es un proceso de transformación energía lumínica a energía química, a través de organelos llamados cloroplastos”*; *“es un proceso químico entre la interacción de los cloroplastos con la luz solar para generar alimento en la planta”*.

De esta manera, los estudiantes tienen a resaltar únicamente algunos aspectos específicos de lo que es la fotosíntesis, que si bien para el caso de los estudiantes que han cursado fisiología vegetal presentan un apoyo en tanto que aparecen mayor número de términos científicos, no permite abarcar la temática en su totalidad, puesto que se carece de una relación entre los mismos. Esto se relaciona con el obstáculo epistemológico verbal, ya que al ser el estudiante generalista hace uso de muy pocas palabras, lo que a su vez hace que siempre utilice los mismos conceptos y no logre establecer una diferenciación clara de estos en varios contextos; esto es evidente en la respuesta de un estudiante de primer semestre a la pregunta número 2 donde menciona que la fotorrespiración se diferencia de la respiración en tanto que: *“la fotorrespiración la hace la vegetación y la respiración los demás seres vivos”*. Aún después de haber visto fisiología, se sigue presentando el mismo obstáculo, ya que en las respuestas a la pregunta 3 no se observa una diferencia mayor así: estudiante de primer semestre que a la pregunta sobre si ¿la fase oscura de la fotosíntesis se da solamente en ausencia de luz? y si ¿es el mismo proceso que realiza el ciclo de Calvin? contesta: *“ la fase oscura de la fotosíntesis solo ocurre en ausencia de luz solar y no es la misma que el ciclo de Calvin”* a esta misma pregunta el estudiante que ya curso fisiología vegetal dice: *“cuando no hay luz no hay fase oscura, la fase oscura no es el mismo ciclo de Calvin”*. Wamba y Jiménez (2003) en su trabajo realizado con docentes presentan evidencias de que lograr este cambio es una tarea compleja, ya que se trata de un sistema de ideas con distintos niveles de concreción y articulación, en la que subyacen concepciones muy arraigadas, y por tanto resistentes al cambio.

Por su parte en la pregunta número 4 aunque se evidencia mayor porcentaje en un obstáculo de tipo conocimiento general donde los estudiantes se limitaron a contestar sobre la producción de oxígeno, también se resaltan respuestas como *“la fotosíntesis da múltiples beneficios ya que aparte de permitirnos realizar nuestro proceso de respiración también contribuye a la alimentación, regulación de la concentración de gases y el equilibrio en el flujo de energía en la red trófica”*.

Un ejemplo del obstáculo verbal se puede evidenciar en una ilustración realizada por un estudiante de primer semestre (A) como parte de la respuesta a la pregunta 5 (Imagen 2), o un estudiante de sexto semestre (B). Es importante mencionar, que con estas ilustraciones, se puede evidenciar la relación existente entre el obstáculo verbal y de conocimiento general.



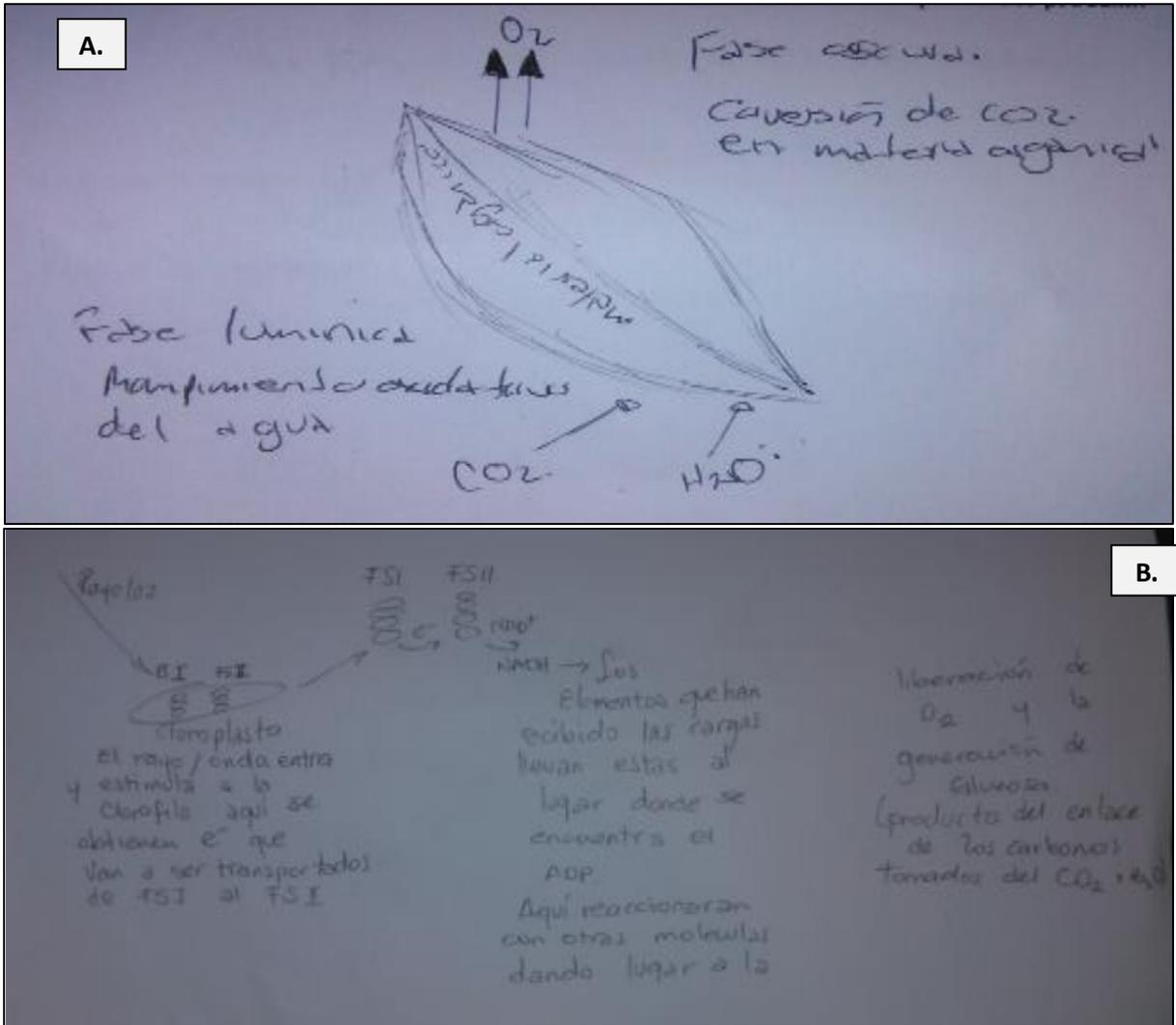


Imagen 2. Representación de fase clara y fase oscura del proceso fotosintético A estudiante de primer semestre de Licenciatura en Biología B estudiante de octavo semestre de Licenciatura en Biología.

En cuanto al obstáculo de experiencia primera apreciado en la imagen 1 (A, B), se evidencia cómo el estudiante se limita a dibujar elementos como el sol la planta y las raíces. Además la salida de O_2 y entrada de CO_2 cambiando para la fase oscura el sol por la luna - lo que implicaría preguntarnos si este estudiante piensa que la fase oscura sólo puede darse en ausencia de luz o si utiliza este elemento como representación de la misma fase; mientras que en la Imagen 1 (C) se observa que el estudiante dibuja o menciona un cloroplasto, tilacoides y estromas; aunque estos dos estudiantes cursan primer semestre, es evidente que, aunque se reciba información sobre el tema, el

Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

conocimiento previo que se tiene acerca del proceso de la fotosíntesis se convierte en un obstáculo que le impide al estudiante complementar dichos conceptos y quedarse con la narrativa de su cotidianidad o el conocimiento básico de lo que ha aprendido en grados inferiores.

CONCLUSIONES

Tanto los estudiantes de primer semestre como los que ya han visto fisiología vegetal presentan obstáculos epistemológicos mayoritariamente de conocimiento general evidenciándose esto en la escasez y generalidad que se utiliza en la elaboración de ideas y la poca interrelación de sus argumentos, dando así poco soporte a sus respuestas.

En cuanto a experiencia primera en torno al concepto fotosíntesis se denota que aunque muchos estudiantes ya tengan conocimientos sobre la fase oscura o los múltiples beneficios que genera la fotosíntesis sus respuestas se limitan a decir que la fase oscura sólo puede darse en ausencia de luz y el principal aporte es el O₂; en menor porcentaje, se evidencia un obstáculo verbal pero los estudiantes que ya han visto fisiología vegetal presentan un enriquecimiento conceptual, por el cual reducen este obstáculo, esto en comparación con los estudiantes de primer semestre.

Ante la evidente importancia de reconocer cuales fueron dichos obstáculos como base para la comprensión de nuevos conceptos y con un papel esencial en el proceso de aprendizaje, es necesario también generar estrategias para la superación de los mismos y que dichas respuestas no sean de sentido común u obvio sino que generen espacios de reflexión y crítica constructiva con la consiguiente intervención del propio estudiante donde este reconozca cuáles son sus obstáculos y active procesos de conflicto sociocognitivo, que logren desestabilizar las concepciones anteriores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bachelard, G. (1976). La formación del espíritu científico. 5 ed. México: Siglo Veintiuno, editores, S.A.C

Barón, G., Padilla, J. & Guerra, Y. (2009). Obstáculos epistemológicos en la labor del docente neogranadino. Revista Educación y Desarrollo social. 87-99 pp.

Castro L, Hernández D y Padilla J, (2010) Una mirada de los obstáculos epistemológicos desde Gaston Bachelard, Especialización en Docencia Universitaria, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá Colombia.



Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

Collazo, M. & Rodés, R. (2006). Manual de Prácticas de Fotosíntesis. Las Prensas de Ciencias. 68-72 pp.

Marzábal A, Merino C y Rocha A, (2014) El Obstáculo Epistemológico Como Objeto De Reflexión Para La Activación Del Cambio Didáctico En Docentes De Ciencias En Ejercicio, Rev. electrón. investig. educ. cienc. vol.9 no.1 Tandil, Chile

Mora, A. (2002) Obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias en niños de edad escolar InterSedes: Revista de las Sedes Regionales, vol. III, núm. 5, mayo,, pp. 75-89. Univ de Costa Rica C. Universitaria Carlos Monge Alfaro, Costa Rica.

Salisbury, F. & Ross, C. (1994). "Fisiología Vegetal". Grupo Editorial Iberoamericana S.A. México. 30-35 pp.

Taiz, L. & Zeiger, E. (2006). Fisiología vegetal, Ciencias Experimentales. Universitat Jaume. 315-317 pp.

Wamba, A.M. y Jiménez, R. (2003). ¿Es posible el cambio en los modelos didácticos personales? Rev. Interuniv. de Formación del Profesorado, 17(1), pp. 113-131

