

Identificación de obstáculos epistemológicos a partir de textos escritos por estudiantes universitarios

Identification of epistemological barriers in the writing of university students

 Andrea Beatriz Villalba

Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Humanidades y Ciencias, Departamento de Ciencias Naturales, Santa Fe, Argentina. Contacto: avillalba@fhuc.unl.edu.ar

Resumen: Mediante un estudio exploratorio-descriptivo, transversal y de un análisis mixto, se identifican y tipifican, según el paradigma bachelardiano, los obstáculos epistemológicos de un grupo de estudiantes universitarios de Licenciatura en Biodiversidad que cursan el área de Diversidad de Plantas. La identificación se realiza a partir de la selección de unidades de sentido en textos escritos por los estudiantes, que resultan indicadoras de la presencia de estas formas de pensamiento. El cálculo de la frecuencia de ocurrencia de cada tipo indica un primer grupo más recurrente, compuesto por obstáculos de conocimiento general, verbal y realista; y un segundo grupo integrado por obstáculos animista, pragmático, de experiencia propia y sustancialista. No se registran obstáculos cuantitativos, vinculados a la libido o al mito de la digestión. El sentido común y el conocimiento subyacen, en el análisis e interpretación de los obstáculos epistemológicos.

Palabras clave: Enseñanza superior; Enseñanza de botánica; Enseñanza y aprendizaje; Conocimiento.

Abstract: This study employs an exploratory-descriptive, cross-sectional design with a mixed analysis approach to identify and categorize the epistemological obstacles faced by a group of university students enrolled in the Biodiversity Degree, specifically in plant diversity. The identification process involves selecting meaningful units from student-written texts as indicators of different types of thinking. The analysis reveals two main groups of obstacles based on their frequency of occurrence. The first group consists of more common challenges related to general knowledge, verbal comprehension, and realistic interpretations. The second group includes obstacles categorized as animist, pragmatic, personal experience, and substantial barriers. Notably, there are no identified quantitative obstacles related to libido or the myth of digestion. Ultimately, the study emphasizes that common sense and existing knowledge play significant roles in the analysis and interpretation process of these epistemological challenges.

Keywords: Higher education; Botany teaching; Teaching and learning process; Knowledge.

Recibido: 28/09/2023
Aprobado: 27/09/2024



Introducción

Pensar en obstáculos epistemológicos remite, de modo inexorable, al estudio del pensamiento de Gastón Bachelard (Villalba, 2018), quien los concibe como elementos psicológicos que impiden o dificultan la construcción del conocimiento científico, pues siempre se parte de un conocimiento anterior al que hay que destruir, destrucción que debe entenderse en un sentido de negar lo que antes se tenía por válido. Los obstáculos epistemológicos condicionan, entonces, el avance del conocimiento, debido a una tendencia conservativa del proceso de conocer, donde la preferencia es por el conocimiento que viene a confirmar lo que se sabe frente aquello que lo contradice o, de la respuesta frente a la pregunta (Mayo, 2013). Tales obstáculos no se deben a la complejidad o transitoriedad de los fenómenos, ni a las limitaciones de nuestros sentidos, sino que son propios del acto de conocer.

Retomado por Astolfi (1994, 1999, 2011), el obstáculo epistemológico ya no se comprende como dificultad sino como facilidad que se otorga la mente de cada sujeto para pensar los fenómenos, correspondiendo a un funcionamiento económico del cerebro que pone en juego un sistema de explicación rústico, sencillo, y manifestándose como retornos regulares del pensamiento común (Astolfi, 1999; Adúriz-Bravo et al., 2023). Para Astolfi (1999), los obstáculos epistemológicos son una posibilidad de aprovechamiento didáctico pues constituyen el núcleo duro de las representaciones de los estudiantes, entendidos como construcciones previas de explicación personal, alternativa y, sobre todo, funcional, siendo lo que explica, estabiliza y resiste los aprendizajes. Al respecto, Gonzalez Galli y Meinardi (2015) los consideran concepciones relativamente transversales, cognitivamente funcionales y didácticamente conflictivas.

También Camilloni (1997) considera al obstáculo epistemológico como objeto de estudio y lo define como “[...] lo que se sabe y, como ya se sabe, genera una inercia [...] en el acto de conocer”, por lo que ser conscientes de ellos constituye una instancia necesaria en los procesos de aprendizaje y de enseñanza. Esta transición en el ámbito educativo que supera la idea de dificultad/inconveniente con la que frecuentemente se los asocia, nos abre la posibilidad de indagar en las formas o mecanismos de pensamiento instauradas y la inercia con que se despliegan en los procesos en el aprendizaje. Peterfalvi (1997) realiza un interesante aporte al explicitar que los obstáculos epistemológicos en los estudiantes son resultado de un vínculo entre el carácter local del obstáculo, que tiene que ver con el objeto de pensamiento, y lo transversal, que corresponde al modo de pensamiento. En este mismo sentido, Pomatti (2018) manifiesta que los obstáculos epistemológicos generan un problema gnoseológico en relación a dos preguntas: cómo y qué conocemos, dos aspectos diferentes.

Gómez Moliné y Sanmartí Puig (2002) subrayan el vínculo de los obstáculos epistemológicos con las representaciones o concepciones alternativas y trascienden esta relación al afirmar que son formas de pensar arraigadas, antiguas estructuras conceptuales y/o procedimentales. Por este motivo se considera que la identificación de los obstáculos epistemológicos en el ámbito educativo no solo debe abordar las representaciones sino las formas de pensar que evidencian la presencia del obstáculo epistemológico. Estas formas son los hábitos del pensamiento (Bachelard, 1978).

Abordar este concepto en el ámbito educativo implica, entonces, indagar en la construcción del conocimiento y sobre cómo aprenden los estudiantes, interrogante permanente del mundo académico, tanto en Filosofía de la ciencia, Pedagogía como en la Didáctica de las Ciencias (Gómez Moliné; Sanmartí Puig, 2002). Vale aclarar que, si bien Bachelard fundó su estudio sobre los obstáculos epistemológicos en la construcción del conocimiento por científicos, dejó clara su vocación por la enseñanza (Santos; Nagashima, 2015), permitiendo que su categorización de los mismos pueda adecuarse al campo educativo para aplicar a instancias de vigilancia epistemológica.

En cuanto a los antecedentes más cercanos y afines a la temática, además de los referentes mencionados, dentro del área de las ciencias naturales es posible mencionar los trabajos de González Galli y Meinardi (2016, 2017) que realizan una búsqueda y análisis sostenida en el tiempo acerca de los obstáculos en torno a la evolución y al mecanismo de selección natural, encontrando al pensamiento teleológico (también retomado por Ravanal Moreno, Díaz Ramírez y González Galli, 2024), el razonamiento causal lineal y el razonamiento centrado en el individuo como los tres obstáculos principales entre otros, al tiempo que consideran la dimensión didáctica de los mismos. Con el aporte de otros autores, este grupo vinculado a la Universidad de Buenos Aires, específicamente al Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, ha continuado en el tratamiento del tópico obstáculos epistemológicos. Así, Pérez et al. (2021, 2022) revisan el concepto de obstáculo epistemológico, sus diversas acepciones, su relación con las concepciones y conceptos afines (modelo, sesgo cognitivo) y la necesidad de la vigilancia epistemológica para afrontar la presencia en el aprendizaje y la enseñanza. Pérez, Gómez Galindo y González Galli (2021) toman en cuenta el esencialismo como obstáculo epistemológico en la enseñanza de la evolución y caracterizan el proceso de regulación metacognitiva sobre el mismo. Por su parte, Garófalo, Alonso y Galagovsky (2014) proponen una nueva alternativa de análisis y diferenciación de obstáculos epistemológicos a partir del metabolismo de los hidratos de carbono en: tipo brecha y tipo puente, uno con modelos mentales de anclaje en los aprendizajes y otros con inclusión de conocimientos que actúan como modelos mentales idiosincrásicos funcionales pero erróneos científicamente. En cuanto al campo botánico y a la consideración del constructo obstáculo epistemológico, Suárez Vespa y Revetria (2023) exploran, describen y analizan concepciones de estudiantes de nivel superior relativas a los ciclos biológicos de los vegetales, aportando evidencia en ese sentido.

Con relación al presente trabajo, se parte de considerar que el lenguaje conserva huellas de los obstáculos epistemológicos pues como forma de representación y simbolización está abierto a infinitas posibilidades de construcción de significados. Vigotsky (2007) sostiene que el habla materializa y objetiva el pensamiento, siendo entonces una potente herramienta para indagar en el conocimiento construido. El lenguaje escrito, por extensión, haría lo propio y encontraría en el significado de la palabra la síntesis del pensamiento y del habla, como un todo. El pensamiento existe a través de la palabra, afirma Vigotsky (2007). Lemke (1997), por su parte, sostiene que el dominio de una materia especializada como la ciencia es en gran medida el dominio de las formas específicas de utilización del lenguaje. Aprender ciencia en el nivel universitario implica el dominio de un lenguaje y de un bagaje de significados, y uno de los roles del docente es asegurar su apropiación.

Es aquí donde las tipologías de obstáculos epistemológicos propuestas por Bachelard resultan significativas para su identificación en el ámbito educativo. El lenguaje como creador de significados permite encontrar indicios de estos obstáculos epistemológicos que hay que identificar para, en una instancia posterior a su reconocimiento, lograr su problematización y dar oportunidad al cambio.

En este trabajo se propone, entonces, identificar obstáculos epistemológicos en textos escritos por estudiantes universitarios mediante el reconocimiento de unidades de sentido que funcionan como indicadores de la presencia de los mismos en sus diversos tipos. Esta instancia representa uno de los primeros momentos de un trabajo de investigación más extenso donde se indagan los obstáculos epistemológicos desde el conocimiento disciplinar como complemento de los modos de pensar asociados, se analizan los dibujos de los estudiantes vinculados a los textos escritos y estos últimos desde una mirada lingüística, se explora en el desarrollo de estrategias metacognitivas del estudiantado y en las estrategias de enseñanza docente, como parte de un abordaje multidimensional sobre el problema.

Propuesta metodológica

Se propone un enfoque predominantemente cualitativo combinando con cierta información cuantitativa, considerando que la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, permiten deducciones, inferencias y metainferencias que propician un mayor entendimiento (Cedeño Viteri, 2012) de los obstáculos epistemológicos (OE, en adelante) bajo estudio. El trabajo es de tipo exploratorio-descriptivo e intenta reconocer y exponer una serie de OE vinculados al campo botánico en estudiantes universitarios, aunque con una aproximación, en esta instancia, al modo de pensamiento más que al conocimiento conceptual propiamente dicho, no obstante, resulta inevitable remitirse a este último en algunos casos.

Se solicitó a 31 estudiantes universitarios de tercer año de la Licenciatura en Biodiversidad (Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral), que cursan el área de Diversidad de Plantas, la escritura individual, y sin consulta de fuentes bibliográficas, de textos vinculados a las plantas. Los textos debían estar dirigidos a un lector especializado, con libertad de elección de los aspectos a considerar sobre este grupo de seres vivos. La extensión de los mismos y el tiempo de escritura fue determinada por cada estudiante en función de su necesidad, dentro de un límite máximo de 180 minutos. Aquí, el texto adquiere una concepción bajtiniana en tanto única realidad del pensamiento y desde allí se lo analiza.

En los textos escritos se identificaron las unidades de sentido que sugieren la presencia de OE, a modo de indicadores de los mismos, las que se utilizaron para clasificarlos siguiendo la tipología propuesta por Bachelard (2000). Se realizó la decodificación pertinente del contenido implicado en el marco de análisis del discurso en tanto texto, según propone Van Dijk (2003), recurriéndose a consultas orales puntuales con el estudiantado con el objetivo de resolver dudas o esclarecer conceptos, a fin de garantizar credibilidad a los resultados (triangulación). De igual modo, se ha contado con el aporte disciplinar de dos integrantes de la cátedra vinculada al presente trabajo. Luego, se determinó la frecuencia de ocurrencia de cada uno de los tipos de OE dentro de la totalidad de los textos mediante el conteo de las unidades de sentido que remiten a cada tipología de OE por cada uno de ellos.

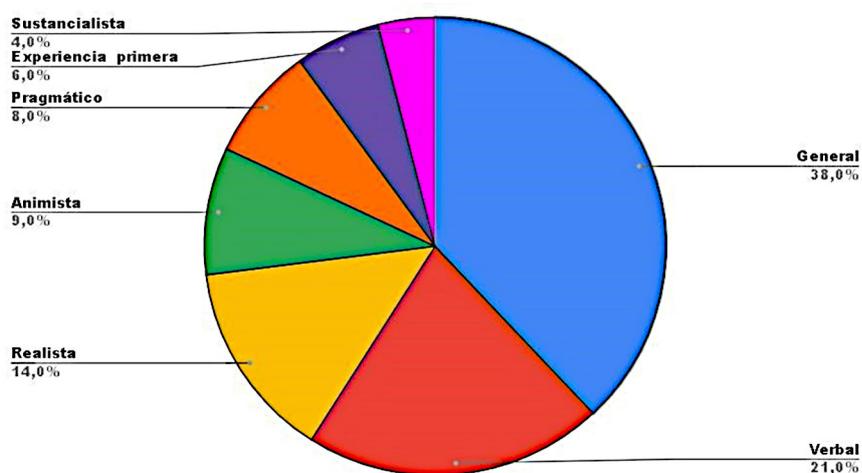
A continuación, se expone una síntesis de los tipos de OE, propuestos en el orden en que lo hace Bachelard, adecuados para ser comprendidos desde el ámbito educativo.

- a. Experiencia primera o básica: el conocimiento es vulgar, acrítico centrado en lo particular y concreto, adquirido por procesos no formales.
- b. General: el conocimiento es vago, poco preciso, separado de la aplicación de la realidad. Hay simplificación de la realidad.
- c. Verbal: la palabra adquiere todo el protagonismo y la expresión se convierte en explicación. Una palabra o una imagen son suficientes para comunicar conceptos. Unitario y pragmático: la perfección de los fenómenos, su unidad armónica y la utilidad son valores para la explicación científica.
- d. Sustancialista: prevalece lo evidente generando una explicación simple o hay primacía de lo interno como lo auténtico. Exceso de adjetivaciones.
- e. Realista: se toma la naturaleza de la sustancia como algo que no necesita explicación, simplemente es. Se cree poseer lo real sin discusión de teorías.
- f. Animista: se da más importancia a los contenidos que tengan de por medio la vida o todo lo que se relacione con ella. La vida prevalece sobre la muerte.
- g. Mito de la digestión: se establecen analogías de algunos fenómenos relacionados con el sistema digestivo y sus funciones.
- h. Libido: el docente, el investigador, el estudiante se perciben los únicos con conocimiento capaz de explicar y entender.
- i. Cuantitativo: excesiva preocupación por la precisión ligada a gran cantidad de datos. Se pierde el objetivo de análisis.

Resultados y discusión

Con el fin de mostrar la presencia de los OE en los textos escritos por los estudiantes universitarios, se exponen los tipos de OE encontrados y la frecuencia con que aparecen.

Gráfico 1 – Tipos de OE y frecuencia relativa de cada uno



Fuente: datos y elaboración de la autora.

No se han registrado OE de tipo cuantitativo, vinculados a la libido o al mito de la digestión. El resto de las tipologías son determinadas a partir de la identificación y análisis de las unidades de sentido localizadas en los textos escritos. Algunas de esas unidades de sentido que se categorizaron según los tipos de OE antes descritos y que subyacen en ellas, son expuestas en la **tabla 1**, a modo de ejemplo y con el fin de ofrecer evidencia empírica, donde A: alumno y el número entre paréntesis corresponde a la identificación asignada a cada estudiante.

Tabla 1 – Unidades de sentido pertenecientes a los textos escritos por estudiantes universitarios, ordenadas por tipo de OE asociado

Tipo de obstáculo epistemológico	Unidades de sentido
General	<p><i>Algunas [plantas] son propias de un ambiente específico y otras se han adaptado para sobrevivir en diferentes ambientes (A1).</i></p> <p><i>[...] según la especie de vegetal los tipos de Raíz van a variar [...] (A1).</i></p> <p><i>La reproducción en las plantas se da en las flores (A5).</i></p> <p><i>El mundo viviente se caracteriza por estar constituido por organismos de diversas características morfológicas, fisiológicas, ecológicas, etc., por los cuales se diferencian (A6).</i></p>
Verbal	<p><i>Las hojas poseen órganos encargados del traspaso de gases: los estomas. (A1)</i></p> <p><i>La energía más CO₂ y H₂O da como resultado O₂ (A2).</i></p> <p><i>Este reino es tan tan grande pero si podemos encontrar características en común. (A14).</i></p> <p><i>Inclusive, me animo a decir que están más adaptadas a este mundo que los seres humanos. (A20).</i></p>
Realista	<p><i>Por su parte, el tallo es la parte que sobresale. (A2).</i></p> <p><i>[...] además del proceso de fotosíntesis, realizan el proceso de respiración (A5).</i></p> <p><i>[...] hay tallos erectos, otros se encuentran sobre el suelo (A8).</i></p> <p><i>[...] espinas, pequeños folíolos y tejido para acumular agua en especies que viven en ambientes secos. (A8).</i></p>
Animista	<p><i>[Las plantas] [...] son las portadoras constantes del O₂ q' [sic] todos respiramos. (A3).</i></p> <p><i>Nuestro pulmón. (A5).</i></p> <p><i>[...] luego presentan un tallo que es por donde viajan los nutrientes a las partes superiores de las plantas. (A8).</i></p> <p><i>[...] proceso de fotosíntesis, el cual consiste en la absorción de agua y CO₂ además de la luz solar para formar glucosa alimento para ellas, y liberar oxígeno indispensable para nosotros. (A15).</i></p>
Pragmático	<p><i>Según el ambiente en donde las plantas se desarrollen van a tener adaptaciones, tales como espinas, en lugar de hojas. (A16).</i></p> <p><i>Ellas son el primer nivel, y si no existieran no solo moriríamos de hambre [pragmático], sino que también nos asfixiaríamos [...] (A17).</i></p> <p><i>[...] a través de la fotosíntesis con solo un poco de agua, dióxido de carbono, por la luz del sol (es decir, son autótrofas), y así también generan el O₂ que respiramos. (A20).</i></p> <p><i>[...] fotosíntesis, en este proceso se toman sustancias inorgánicas para transformarlas en orgánica, y así, la planta las pueda utilizar. (A28).</i></p>
Experiencia primera	<p><i>Las plantas tienen una manera única de nutrirse éstas lo hacen por medio de sus Raíces. (A1).</i></p> <p><i>Las gimnospermas y angiospermas se diferencian debido a que las primeras no presentan flores como estructuras reproductivas. (A8).</i></p> <p><i>La fotosíntesis se da solo durante el día, cuando la luz solar está disponible. (A30).</i></p> <p><i>Las plantas son inmóviles [...] (A6).</i></p>
Sustancialista	<p><i>[...] dan frutos formado por las semillas que son los óvulos fecundados. (A6).</i></p> <p><i>Las plantas, organismos indispensables para la vida presentan características comunes con mayor o menor semejanzas y que se vinculan a su medio, ya que responden a diversos estímulos y recursos disponibles. (A11).</i></p> <p><i>Se dijo antes que no todas poseen frutos o flor, y debido a esto las plantas pueden reproducirse en forma sexual o asexual. Además, según la forma en que se reproducen o si tiene o no flor, pueden clasificarse en angiosperma o giosperma [sic]. (A14).</i></p> <p><i>Las plantas presentan diferentes adaptaciones según en el lugar en el que habitan por ejemplo: espinas, cutícula gruesa, estomas. (A18).</i></p>

Fuente: elaboración de la autora.

El **obstáculo general** es el más frecuente en este grupo de estudiantes, y el segundo considerado por Bachelard. Este OE está representado por expresiones que manifiestan de modo amplio una idea, sin detalles que refieren a especificidades y/o singularidades necesarias para una genuina comprensión y comunicación en el estudio de la biología y la diversidad biológica. A modo de ejemplo, en la primera de las expresiones seleccionadas de A1, las dos partes del enunciado separadas por la conjunción y expresan la misma idea común a todos los seres vivos, sin un reconocimiento de los rasgos singulares que caracterizan a las plantas. Luego, al indicar que “*según la especie de vegetal los tipos de Raiz [sic] van a variar*”, además de no especificar a qué tipología radical se refiere para poder hacer una valoración de la afirmación, tampoco se indica si se han considerado patrones comunes a todas las raíces, si se hace alusión a detalles particulares, o si solo se expresa una idea vinculada a las variaciones fenotípicas intraespecíficas. Tal como se enuncia el contenido, no es posible identificar el rol de la afirmación en el contexto, puesto que cualquier órgano de las plantas, no solo la raíz, expresa diferencias fenotípicas. La expresión parecería obedecer más a observaciones inmediatas del estudiante, “apoyadas por los datos de los sentidos” (Bachelard, 2000, p. 69) que a un concepto elaborado debido a que cuando se hace consulta oral sobre este aspecto, A1 señala que “*todas las raíces son diferentes*”. El conocimiento está sostenido únicamente por una regla general aplicable a otros órganos de la planta. Los conocimientos cuando generalizan no deberían perder la capacidad de explicación de los detalles y los aspectos esenciales que le ofrecen claridad y exactitud.

En este mismo sentido, A5 afirma que la reproducción tiene lugar en las flores como única posibilidad, prescindiendo de las estructuras de la flor que intervienen y de cómo lo hacen, es decir, sin descripción del proceso. Lo notable es la exclusión de otro tipo de reproducción muy frecuente en las plantas, la reproducción asexual. Por su parte, A6 enuncia algunos aspectos que diferencian lo que denomina “*el mundo viviente*”. En todos los casos se observa cómo las afirmaciones ameritan mayor desarrollo para fundamentar, aclarar, precisar el saber enunciado. Utilizar conceptos con una aparente fuerza explicativa y de gran radio de generalización se vuelve impreciso al dejar de lado elementos esenciales que definen la singularidad del objeto de estudio abordado (Villalba, 2018). La vaguedad que encierran las expresiones de los estudiantes indica un patrón de construcción del conocimiento que se agota con el enunciado de las generalizaciones.

En este OE no se hace referencia a la generalización que es esencial en desarrollo del pensamiento teórico y del aprendizaje donde, como afirma Davidov (1981), este proceso representa la consecución de cierto invariante entre la diversidad de atributos de objetos que se consideran y que luego permiten la identificación de otros objetos de la diversidad dada con ayuda de ese invariante señalado. En el caso de la generalización como OE el énfasis está puesto en el aspecto empírico de la misma, donde la percepción da lugar a un proceso de comparación y representación del objeto de estudio, para luego conceptualizar sobre estas bases, sin el necesario análisis de propiedades, determinaciones, partes, etc. (Valle García, 2019). Cuando un concepto escapa de la realidad en la generalización obstaculiza la comprensión del fenómeno, pues la generalidad inmoviliza al pensamiento y forja el dogmatismo, impidiendo el cuestionamiento. “Conocer el fenómeno general, prevalerse de ello para comprender todo” (Bachelard, 2000, p. 66) es la fuente del OE.

El **obstáculo verbal** es el segundo en frecuencia observado en este grupo de estudiantes. Las palabras y los significados son un componente esencial en el campo de las ciencias, porque la ciencia comunica en palabras y los conceptos remiten a significados contruidos desde redes semánticas. Si el estudiante A1 llama órganos a los estomas y no fundamenta esta denominación que implica referencia a un nivel de organización biológico, y además le atribuye cumplir con el traspaso de gases aunque sin referir qué particularidad tiene ese intercambio, allí hay un indicador de OE porque quien comunica considera que los términos utilizados son comprendidos por el lector por el solo hecho de ser mencionados, sin necesidad de ningún tipo de aclaración y/o ampliación. Lo mismo ocurre con el estudiante A2 que expresa la fotosíntesis como aparente ecuación donde intervienen sustancias representadas simbólicamente, dando por supuesto que el lector las decodifica, comprende e interpreta. Conceptualmente, es interesante que en su representación de la fotosíntesis intervenga la energía, aunque el énfasis no se pone en el carácter conservativo del proceso fotosintético sino en la transformación de sustancias, coincidiendo con Pozo Municio y Gómez Crespo (2006) cuando mencionan este carácter restrictivo propio de teorías implícitas. El estudiante expresa una síntesis de la fotosíntesis obviando la producción de glucosa, probablemente, otorgando mayor importancia al oxígeno y al proceso fotosintético como intercambio de gases inverso a la respiración, no dando centralidad a la finalidad fisiológica del mismo en el marco de la nutrición (Sáenz Guarín, 2012).

Si un estudiante afirma que las plantas son "*los pulmones de la tierra*" (A5 en consulta oral cuando se le solicita ampliar la expresión "*nuestro pulmón*") y en ello basa la importancia de las mismas, está utilizando un recurso lingüístico, la analogía, para explicar un contenido científico intentando facilitar la comprensión, pero manifestando suficiencia con su sola mención. No hay una explicación o una fundamentación ligada a la analogía y en ello radica el OE. La analogía expone relaciones con conceptos erróneos de respiración, confusión entre respiración y ventilación, preeminencia del oxígeno en el intercambio gaseoso, equiparación de respiración y fotosíntesis, etc. Claramente, una analogía así empleada opera como obstáculo para avanzar en la comprensión de otros conceptos. Si fueran claros los límites de la analogía y el sentido de la misma, quizás el estudiante haría la necesaria referencia al contexto en que es válida y sus restricciones. La analogía, por sí sola, no admite juicio sobre su veracidad, pero sí una correspondencia más o menos fiel con la intención y deseo de aquel que la propone.

Si un término que aparece como claro al entendimiento se convierte en un axioma que no es necesario explicar, deja de ser una palabra y se transforma en una categoría empírica para quien la utiliza (Villamil Mendoza, 2008) y allí reside la esencia del OE. Considerando que el lenguaje adquiere un valor social y un significado por la forma en que es utilizado en contextos específicos, se crean significados singulares que incorporan en su construcción determinados mecanismos de pensamiento, constituyendo de esta manera el OE. Resulta significativo remarcar que la vigilancia epistemológica ejercida por el docente debe enfocarse, entonces, en la terminología utilizada por el estudiantado, en la generación de espacios que hagan posible explicar/justificar la semántica del lenguaje utilizado, para identificar fuentes de generación de obstáculos.

En cuanto a otro de los ejemplos considerados en este trabajo, el estudiante A20 emite su opinión. Bachelard (2000, p. 16) es contundente al afirmar que “la opinión traduce necesidades en conocimientos” y que “la ciencia se opone a la opinión” o, dicho de otra manera, la opinión se considera un obstáculo que sobrepasar, ya que se encuentra en el campo del sentido común. El estudiante mencionado, en su opinión, utilizará la expresión “más adaptada que los seres humanos” pero sin expresar un sustento conceptual, ni justificar su mirada antropocéntrica.

Pozo Municio y Gómez Crespo (2006, p. 96) afirman que los docentes deben ser muy cuidadosos al introducir conceptos nuevos, pues están obligados a investigar qué entienden los estudiantes previamente con las palabras usadas, que imágenes evocan esas palabras, que nuevos procesos de aprendizaje se pueden estar produciendo y no creer que como el nuevo concepto aparenta ser sencillo de comprender, también podrá ser comprendido por los estudiantes. “Nada es espontáneo. Nada está dado. Todo se construye” (Bachelard, 2000, p. 16).

Otro aspecto observado en los textos escritos analizados es la concepción de realidad como aquello que no se discute ni es necesario discutir ya que constituye una síntesis del fenómeno natural. Es decir, el estudiante enuncia un contenido dándolo por cierto y sin necesidad de argumentar a su favor o justificar; esto es un **obstáculo realista**. Cuando A2 define el tallo como “la parte que sobresale”, intenta una conceptualización precaria, originada probablemente en la observación frecuente de tallos erguidos o postrados. Se trata de una definición acrítica, parcializada y en el plano de lo concreto, de lo intuitivo. Por su parte, A5 y A8 también realizan afirmaciones sobre existencia de procesos fisiológicos, posición de tallos y adaptaciones, pero sin dar argumentos que sostengan, expliquen, aclaren sus expresiones. Prevalece este rasgo de expresar algo sin la necesidad de la explicación y/o discusión. Mientras que, A11 establece una relación causal entre ambiente y adaptación del tipo finalismo implícito (González Galli; Meinardi, 2015) como parte del OE realista y que los autores mencionados consideran como propio de un OE teleológico.

Obstáculos epistemológicos que se manifiestan con menor frecuencia

En los textos escritos tienen lugar, también, otros tipos de OE que dan cuenta de procesos en la construcción del conocimiento, y que ocurren con una frecuencia más o menos similar entre ellos; juntos representan el 27% de los OE identificados en el grupo de estudiantes. Se trata de los OE animista, pragmático, experiencia primera y sustancialista.

El primero de ellos, el **OE animista**, aparece cuando el estudiante presta mayor atención y, por tanto, ofrece mayor valoración a todo concepto que conlleva a la vida, que contenga vida o que se relacione con ella. Cuando se quiere explicar algo a través de fenómenos de la naturaleza o estableciendo analogías con esta, entonces no se logra describir lo que se desea, sino que se lo ejemplifica haciendo referencia a los seres vivos. Así, cuando A3 indica que las plantas “son las portadoras constantes del O_2 que todos respiramos” o A5 coloca como título del texto que escribe: “Nuestro pulmón”, claramente hay alusión al rol de las plantas y el sostenimiento de la vida de otros seres vivos, inclusive con una mirada centrada en el ser humano. Al expresar A8 que las plantas “[...] presentan un tallo que es por donde viajan los nutrientes”, le imponemos una naturaleza animada a estos seres vivos. Piaget (1991) refiere a ese animismo como una tendencia a dotar de

la intencionalidad necesaria a las cosas para moverse o dirigirse hacia los objetivos que tienen asignadas. Es la tendencia a concebir las cosas como si estuvieran vivas y dotadas de intenciones. Bachelard (2000) sostiene que esta característica del conocimiento de valorizar el carácter biológico en la descripción de hechos, fenómenos u objetos, representan claramente el carácter del obstáculo animista.

En el **obstáculo pragmático**, lo que realmente es importante para los estudiantes es la utilidad que representa algo y con ello creen aproximarse al concepto. Si se afirma que las plantas *"son el primer nivel, y si no existieran no solo moriríamos de hambre, sino que también nos asfixiaríamos"*, que *"generan el O₂ que respiramos"* o que las mismas *"toman sustancias inorgánicas para transformarlas en orgánica, y así, la planta las puede utilizar"*, es posible comprobar que los estudiantes centran su argumento en la utilidad de las plantas. En el último ejemplo, inclusive, hay dos indicadores de la presencia de este OE: la preposición 'para' y la expresión 'puede utilizar'.

El conocimiento pragmático va asociado al conocimiento unitario, según Bachelard (2000), ya que el concepto de unidad permite simplificar el estudio de cualquier realidad, pues al explicar el todo también se han de explicar sus partes. Así, al afirmar que *"Según el ambiente en donde las plantas se desarrollen van a tener adaptaciones, tales como espinas en lugar de hojas [...]"*, además de un pensamiento teleológico o finalista, se simplifica la realidad que se desea comunicar. Al expresar la presencia de adaptaciones según el ambiente se da explicación del todo, y esa unificación explica toda la realidad, luego solo se toma un ejemplo que, por cierto, tiene vinculación con teorías implícitas. El concepto de unidad se vuelve más riesgoso si va unido al de utilidad, pues tal asociación daría más valor explicativo a lo útil, llevando así a captar la unidad total de un fenómeno natural sin analizar sus partes, lo que como patrón de construcción de conocimiento es obstaculizante pues se sabe que todo y partes cuentan con cualidades diferentes y su apropiación favorece una comprensión más profunda y genuina.

El primer obstáculo considerado por Bachelard (2000), que es el de la **experiencia primera**, aparece en este estudio en un porcentaje bajo, 6% de los casos, pero lo hace a través de representaciones muy potentes, algunas de ellas reconocidas por otros autores para estudiantes de nivel primario, secundario y sostenidas en el tiempo por estudiantes universitarios (Ruscitti; Pardo; Martínez, 2016), posiblemente, porque son coherentes dentro de su estructura conceptual pero, también, porque no se han enfrentado con propuestas de aprendizaje que puedan desestabilizar la lógica de pensamiento empleada, orientando al cuestionamiento de sus concepciones.

La presencia de este OE permite enfocarse en un aspecto poco considerado en el nivel universitario: los estudiantes nunca parten de cero en la construcción del conocimiento, tienen concepciones previas que no coinciden exactamente con el conocimiento científico, por lo que esta discrepancia ya crea un primer obstáculo entre lo que se sabe y lo que la ciencia plantea sobre un contenido específico. Este obstáculo es interesante porque manifiesta que quien conoce lo hace siempre mediado por una interpretación que depende de sus conocimientos previos, de sus hipótesis subyacentes, y que la teoría que sostiene la interpretación debe ser sometida siempre a crítica para que, de ser necesario, se proceda a rectificar la teoría base de la interpretación. Las concepciones (o ideas) de los estudiantes constituyen el objeto de estudio de una de las líneas de investigación en Didáctica de las Ciencias más desarrolladas por su volumen, variedad e implicaciones para la enseñanza en todos los niveles educativos (Furió; Solbes; Carrascosa, 2006) y, con

frecuencia, cuando se analizan los OE se suele focalizar en ellas, pero no en las formas de pensamientos que atraviesan las mismas.

Otro OE presente en los textos analizados es el **obstáculo sustancialista** que, para Pozo Municio y Gómez Crespo (2006, p. 122), consiste en la “[...] atribución de una entidad material a buena parte de los conceptos científicos”. En el sustancialismo la realidad se comprende a partir de la intuición directa dando lugar a una explicación simple y sencilla puesto que el estudio de un objeto se aborda analizando solo la sustancia exterior sin ingresar en sus partes internas. Claramente, el concepto internalizado de reproducción humana da lugar a una noción que se expresa como real en la afirmación: “*las semillas que son los óvulos fecundados*”; mientras la idea que las plantas “*responden a diversos estímulos y recursos disponibles*” o que poseen “*características visibles como la inmovilidad*”, son ejemplos de un pensamiento basado en apariencias externas, como es propio del OE sustancialista. Este tipo de pensamiento le da prioridad a la intuición directa obtenida a través de los sentidos y esto no permite el correcto desarrollo del pensamiento científico, por lo que resulta comprensible que un estudiante afirme que “*según la forma en que se reproducen o si tiene o no flor, pueden clasificarse en angiosperma o gimnosperma*”. A menudo el concepto de flor aprendido, por ser el más visualizado, es el de la flor hermafrodita con sus ciclos de protección normales propia de angiospermas, y eso es lo que se espera encontrar en todas las plantas, a tal punto que su ausencia genera una categoría nueva de plantas sin flores, en este caso las gimnospermas, que es errónea. A ello se suma la diferencia en tipos de reproducción. Domina, entonces, lo percibido por los sentidos, lo que es un obstáculo para la creación de nueva ciencia, dice Bachelard (2000), pues la seducción sustancialista hace que se le dé un carácter de sustancia a cosas que no lo son, por ejemplo: olor, sabor, sentido, visión y sonido, que en este caso es inconveniente para construir un conocimiento más ajustado a la ciencia.

Con relación a estudiantes universitarios, en el área de las ciencias naturales y en el contexto del paradigma bachelardiano, no hay un orden determinado de ocurrencia de OE (Arciniegas *et al.*, 2019; Simancas *et al.*, 2013; Uyaban *et al.*, 2017). Recientemente, Suárez Vespa y Revetria (2023) realizan un estudio de OE vinculado a los ciclos biológicos de plantas y su biología reproductiva, restringiendo el concepto de obstáculo al de concepciones, indicando que los estudiantes utilizan las concepciones de biología reproductiva en animales para aplicar a plantas. Vale aclarar que no toda concepción se constituye necesariamente en obstáculo epistemológico, aspecto considerado por González Galli *et al.* (2022).

Multiplicidad y convergencia de obstáculos epistemológicos

Tratándose de formas de construcción del conocimiento ligadas a modos de aprender, los distintos tipos de OE pueden aparecer simultáneamente y en diversas combinaciones en las unidades de sentido extraídas de los textos escritos consideradas en este trabajo, más allá del contenido propio de la representación conceptual a la que aluden. En otras palabras, no hay un tipo exclusivo de OE ligado a cada representación analizada. En vez de simplificarse, hay una complejización en la comprensión de cómo actúan los OE. En esta línea, la complejidad del conocimiento propuesta por Morin (2001), a modo de gran tejido de constituyentes heterogéneos y asociados, nos propone un marco de análisis y comprensión de esta diversidad y concurrencia de OE. Un mismo conocimiento puede ser pensado a través de múltiples formas y vías.

Si se hace una relectura de algunos fragmentos escritos por el estudiantado e incluidos en este trabajo, se observa esta convivencia de tipologías de OE en una única expresión. La afirmación acerca de que la reproducción en las plantas se produce en las flores, además de indicarnos la presencia de un OE general, está asociado a OE verbal y de experiencia anterior, ya que con solo nombrar una función y una estructura se pretende dar por explicado, comprendido y agotado un proceso, al mismo tiempo que prevalece una noción de reproducción zoocéntrica muy común en la niñez (Nicolás *et al.*, 2017) que no incorpora la reproducción asexual. Estos últimos dos OE también concurren en expresiones que refieren a las plantas como "*nuestro pulmón*", que a su vez pueden ser consideradas como ejemplos de OE realista, puesto se exige de explicación alguna poniendo en la sustancia oxígeno y su asociación con la función respiratoria, la síntesis del fenómeno aludido. "*Las plantas son inmóviles*" no solo representa una teoría implícita vinculada a la experiencia primera de los estudiantes, sino que incorpora OE general, realista y sustancialista. Ocurre que el estudiante evita rechazar el uso del sentido común y construir una respuesta elaborada, pues resulta más simple y menos elaborado disponer de una respuesta rápida y lista (Astolfi, 2011). Morin (2001, p. 35) refiere que el epistemólogo Gastón Bachelard había descubierto que "lo simple no existía, que solo existe lo simplificado".

Para comprender la multiplicidad de tipos de obstáculos que concurren en un mismo enunciado o en parte de él, recurrimos a la idea inicial de facilidad que aporta el OE en el proceso de pensar y construir conocimiento y, también, de su funcionalidad dentro de diferentes redes semánticas, en las cuales pueden asociarse desde una u otra tipología. Astolfi (1994) refiere al carácter funcional de los obstáculos, e intenta comprender mejor las razones de su perduración en los estudiantes, asociándolos a una red cuyos diferentes elementos se apoyan y refuerzan mutuamente: el obstáculo, el concepto pretendido (que corresponde al contrapunto lógico del que pretendemos que el estudiante se apropie), lo que el obstáculo impide comprender, la red de ideas asociadas (que explica la resistencia del obstáculo y justifica que el estudiante no lo abandone) y finalmente las condiciones de posibilidad que se han de producir para que la representación evolucione y el obstáculo pueda ser superado (Astolfi, 1994).

Conclusiones y reflexiones

Son numerosos y diversos los obstáculos epistemológicos que subyacen en los textos generados por los estudiantes universitarios de este estudio, siendo más frecuentes aquellos que se asocian a procesos de construcción del conocimiento donde prevalecen ideas generales que se incorporan como suficientes para explicar fenómenos, estructuras, procesos, funciones, etc. (obstáculo general). Del mismo modo, la sola mención o el enunciado de palabras relevantes es considerado adecuado y satisfactorio para comunicar conceptos, sin explicaciones o ampliaciones que orienten al lector (obstáculo verbal). Otra forma de pensamiento que subyace en los textos analizados y que consiste en dar por real todo acontecimiento sin necesidad de explicación alguna (obstáculo realista) es, también, uno de los OE más frecuentemente identificados. Los OE general, verbal y realista tienen un nivel de ocurrencia decreciente en ese orden.

Luego, existe un segundo grupo de OE menos frecuentes, aunque igualmente importantes desde el punto de vista didáctico y pedagógico. Este grupo incluye a los obstáculos animista, pragmático, de experiencia propia y sustancialista, en ese orden de frecuencia.

El orden de frecuencia en la ocurrencia de tipos de OE es singular, correspondiendo a este grupo de estudiantes universitarios. No pretende una generalización ni ser permanente en el tiempo, dentro del mismo grupo.

En el análisis de los OE resulta significativo el doble aspecto a considerar: por un lado, la representación vinculada a un recorte de conocimiento y, fundamentalmente, el patrón o modo de pensamiento que subyace, siendo este último el que define la tipología de obstáculo de acuerdo a la propuesta bachelardiana. Un componente empírico y de sentido común subyace en los OE analizados. Tratándose de estudiantes universitarios y, en el contexto de formación de una carrera científica, se pone en juego una doble ética desde el docente: por un lado, el reconocimiento del estudiante como otro que ingresa al aula con un bagaje de conocimientos y de capital cultural ya construido) aspecto no siempre considerado en este nivel educativo); también, conscientes de que hay que comprender por qué hay saberes que no se comprenden desde el estudiantado, parafraseando a Bachelard. Por otro lado, y en ese acto de consciencia, poder identificar los OE que actúan como distractores del conocimiento asociado a los modelos científicos vigentes, para insumo de futuras acciones y estrategias que permitan su asunción y control. En este sentido, el aporte de este trabajo, si bien es situado y no generalizable a otros grupos de estudiantes, proporciona una nueva configuración de los OE en tanto evidencia empírica en la enseñanza botánica en nivel superior con énfasis, fundamentalmente, en los modos de pensar que emergen asociados a la construcción de este conocimiento. Otros trabajos consideran los OE focalizándose en la distancia del conocimiento científico vigente y las teorías implícitas, ideas previas, preconcepciones, etc. según se denominen de acuerdo a su marco teórico y, básicamente, centrados en el contenido disciplinar, por lo que con frecuencia sólo abordan lo que Bachelard denomina el OE de la experiencia primera, dejando de lado el resto de las tipologías propuestas por este autor. En este trabajo se ha buscado la distinción entre los diversos tipos de OE pues cada uno de ellos guía en el aspecto particular que hay que resolver. Ejemplo: si domina un modo de pensamiento generalista, claramente hay que poner énfasis en el conocimiento de los detalles, las singularidades, las excepciones a las reglas, los análisis de las ejemplificaciones, las profundizaciones del contenido, la argumentación y el pensamiento crítico, entre otras estrategias de enseñanza, como en el monitoreo de lo que se va enseñando y aprendiendo; si el obstáculo es verbal, poner énfasis en generar espacios de diálogo y expresión, escucha atenta para indagar en la semántica de los términos, en la construcción de ideas, en la alfabetización académica ligada a la lectura y escritura, entre otras acciones. La comprensión de cada tipología no solo facilita la identificación de la presencia del OE en el discurso, sino la focalización en las estrategias más adecuadas para abordar esas formas de pensamiento emergente y hacer consciente al otro de su presencia y la posibilidad de ajuste continuo a las demandas académicas.

Referencias

- ADÚRIZ-BRAVO, A.; ALZATE QUINTERO, G. C.; PUJALTE, A. P.; TAMAYO ALZATE, Ó. E. Concepciones de enseñanza sobre la naturaleza de la ciencia: obstáculos epistemológicos que aparecen en el profesorado de ciencia. *Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática*, Itapetinga, v. 4, p. e023004, p. 1-33, 2023. Recuperado el 11 mayo 2024 de: <https://tinyurl.com/3cdxwkb2>.
- ARCINIEGAS, E.; SANTA, V.; ROJAS, O.; QUINTEROS, G.; CÁRDENAS, S. Obstáculos epistemológicos en torno al concepto de teoría científica en estudiantes de las licenciaturas: biología, física y química de la Universidad Distrital. *Bio-grafía*, Bogotá, v. ext., p. 1818-1829, 2019. Recuperado el 22 feb. 2023 de: <https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/11220>.
- ASTOLFI, J. P. *L'erreur, un outil pour enseigner*. 10 ed. Issy-les-Moulineaux: ESF, 2011.
- ASTOLFI, J. P. El trabajo didáctico de los obstáculos, en el corazón de los aprendizajes científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 12, n. 2, p. 206-216, 1994.
- ASTOLFI, J. P. El tratamiento didáctico de los obstáculos epistemológicos. *Revista Educación y Pedagogía*, Medellín, Colombia, v. 11, n. 25, p. 149-171, 1999. Recuperado el 5 nov. 2024 de: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/5863>.
- BACHELARD, G. *El racionalismo aplicado*. Buenos Aires: Paidós, 1978.
- BACHELARD, G. *La formación del espíritu científico*. 23 ed. México: Siglo XXI Editores, 2000.
- CAMILLONI, A. R. W. *Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza*. Barcelona: Gedisa, 1997.
- CEDEÑO VITERI, N. La investigación mixta, estrategia andragógica fundamental para fortalecer las capacidades intelectuales superiores. *Res Non Verba*, Samborondón, Ecuador, v. 2, n. 2, p. 17-36, 2012.
- DAVIDOV, V. *Tipos de generalización en la enseñanza*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1981.
- FURIÓ, F.; SOLBES, J.; CARRASCOSA, J. Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. *Alambique*, Barcelona, n. 48, p. 64-77, 2006.
- GARÓFALO, S.; ALONSO, M.; GALAGOVSKY, L. Nueva propuesta teórica sobre obstáculos epistemológicos de aprendizaje: El caso del metabolismo de los carbohidratos. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 3, n. 32, p. 155-171, 2014. Short DOI: <https://doi.org/kddc>.
- GÓMEZ MOLINÉ, M. R.; SANMARTÍ PUIG, N. El aporte de los obstáculos epistemológicos. *Educación Química*, México, D.F., v. 13, n. 1, p. 61-68, 2002. Short DOI: <https://doi.org/nqw2>.
- GONZÁLEZ GALLI, L.; MEINARDI, E. Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural, en estudiantes de escuela secundaria de Argentina. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 21, n. 1, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320150010007>.
- GONZÁLEZ GALLI, L.; MEINARDI, E. Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural. In: CUVI, N.; SEVILLA, E.; RUÍZ, R.; PUIG-SAMPER, M. (ed.). *Evolucionismo en América y Europa*. Quito, Ecuador: Centro Publicaciones PUCE, 2016. p. 463-476.
- GONZÁLEZ GALLI, L.; MEINARDI, E. Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural en estudiantes universitarios de biología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Cádiz, v. 14, n. 3, p. 535-549, 2017.
- GONZÁLEZ GALLI, L.; PÉREZ, G. M.; CUPO, B. A.; ALEGRE, C. K. Revisión y revalorización del concepto de obstáculo epistemológico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Ciência & Educação*, Bauru, n. 28, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320220040>.

LEMKE, J. *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós, 1997.

MAYO, A. Bachelard y la noción de obstáculo epistemológico. *In: 1968 grupalista: biblioteca de psicología social pichoniana*. [2013]. Recuperado el 27 nov. 2022 de: <https://tinyurl.com/494xbnbw>.

MORIN, E. *Introducción al pensamiento complejo*. México: Gedisa, 2001.

NICOLÁS, C.; MENARQUES, M. A.; LIMINAÑA, R.; REY, A.; ROSA CINTAS, S.; MARTÍNEZ TORREGOSA, J. Análisis y detección de las concepciones espontáneas sobre reproducción en plantas para la mejora de la enseñanza en educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. ext., p. 1003-1008, 2017. Recuperado el 15 ene. 2023 de: <https://tinyurl.com/35vapvjz>.

PÉREZ, G.; CUPO, B.; ALEGRE, C.; GONZÁLEZ GALLI, L. Repensar la enseñanza acerca de la vacunación a partir de la modelización escolar y la regulación metacognitiva sobre los obstáculos epistemológicos. *Tecné, Episteme y Didaxis*, Bogotá, n. ext., p. 2975-2980, 2021. Recuperado el 17 ago. 2024 de: <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/15231>.

PÉREZ, G.; CUPO, B.; ALEGRE, C.; GONZÁLEZ GALLI, L. Posibles obstáculos epistemológicos en la enseñanza de la vacunación: un estudio exploratorio. *Bio-grafía*, Bogotá, v. 15, n. 29, p. 68-81, 2022. Recuperado el 17 ago. 2024 de: <https://tinyurl.com/2p9r8f5y>.

PÉREZ, G.; GÓMEZ GALINDO, A.; GONZÁLEZ GALLI, L. La regulación de los obstáculos epistemológicos en el aprendizaje de la evolución. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, n. 39, v. 1, p. 27-44, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2968>.

PETERFALVI, B. Identificación de los obstáculos por parte de los alumnos. *In: CAMILLONI, A. R. W. Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza*. Barcelona: Gedisa. p. 127-168.

PIAGET, J. *Seis estudios de psicología*. Barcelona: Labor, 1991.

POMATTI, P. A. *¿Singular o sin lugar?: obstáculos epistemológicos que dificultan pensar las familias y subjetividades contemporáneas*. 2018. 191 f. Tesis (Maestría en Vínculos, Familias y Diversidad Sociocultural) – Instituto Universitario Hospital Italiano de Buenos Aires, Buenos Aires, 2018. Recuperado el 12 en. 2023 de: <https://tinyurl.com/4zxcevkj>.

POZO MUNICIO, J. I.; GÓMEZ CRESPO, M. A. *Aprender y enseñar ciencia: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. 5 ed. Madrid: Morata, 2006.

RAVANAL MORENO, E.; DÍAZ RAMÍREZ, C.; GONZÁLEZ GALLI, L. El razonamiento del profesorado de biología sobre el obstáculo epistemológico teleológico. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 2, n. 42, p. 131-151, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.6052>.

RUSCITTI, M.; PARDO, M.; MARTÍNEZ, N. Análisis de las ideas alternativas de los alumnos sobre nutrición vegetal en un curso de cultivo en hidroponía. *In: JORNADAS SOBRE PRÁCTICAS DOCENTES EN LA UNIVERSIDAD PÚBLICA*, 1., 2016, La Plata, Argentina. *Actas [...]*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata, La Plata, 2016.

SÁENZ GUARÍN, J. E. *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*. 2012. 67 f. Trabajo final de investigación (Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales) – Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2012. Recuperado el 23 ene. 2023 de: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10416?show=full>.

SANTOS, D. M.; NAGASHIMA, L. A. La epistemología de Gastón Bachelard y sus aportes a la enseñanza de la química. *Paradigma*, Venezuela, v. 36, n. 82, 37-48, 2015. Recuperado el 25 en. 2023 de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7302397>.

SIMANCAS, M. V.; CONTRERAS, I.; ESCALONA, J.; BIANCHI, G.; LÓPEZ, W. Obstáculos epistemológicos sobre sistemática biológica desde la perspectiva docente en la Universidad de los Andes. *In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS*, 9., Girona, 2013. Recuperado el 14 feb. 2023 de: <https://tinyurl.com/mvffcrwx>.

SUÁREZ VESPA, D.; REVETRIA, J. Análisis de los obstáculos epistemológicos en el aprendizaje de la biología reproductiva en vegetales desde prácticas educativas basadas en evidencias. *Revista de Educación en Biología*, Córdoba, Argentina, v. 26, n. 1, p. 50-67, 2023. DOI: <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v26.n1.38045>.

UYABAN, A. P.; RODRÍGUEZ, J. J.; PÉREZ, P. A.; MUÑOZ, L. P.; GIRALDO, G. O. Obstáculos epistemológicos de tipo conocimiento previo, general y verbal en torno al concepto fotosíntesis en estudiantes de licenciatura en biología de la UDFJC. *Bio-grafía*, Bogotá, v. ext., p. 619-629, 2017.

VALLE GARCÍA, C. G. M. La importancia de la generalización en el desarrollo del pensamiento de los estudiantes de nivel superior. *Varona*, Cuba, n. 69, p. 1-6, 2019.

VAN DIJK, T. A. La multidisciplinariedad del análisis crítico del discurso: un alegato en favor de la diversidad. In: WODK, R.; MEYER, M. *Métodos de análisis crítico del discurso*. Barcelona: Gedisa, 2003. p. 143-177.

VIGOTSKI, L. *Pensamiento y habla*. Buenos Aires: Colihue, 2007.

VILLALBA, A. B. Obstáculos epistemológicos en el ámbito botánico: generalizaciones, comparaciones y explicaciones teleológicas en textos escritos por estudiantes de nivel superior. *Revista de Educación en Biología*, v. 1, n. ext., p. 394-400, 2018. Recuperado el 20 dic. 2023 de: <https://congresos.adbia.org.ar/index.php/congresos/article/view/385>.

VILLAMIL MENDOZA, L. E. La noción de obstáculo epistemológico en Gastón Bachelard. *Espéculo: revista de estudios literarios*, Madrid, n. 38, 2008.